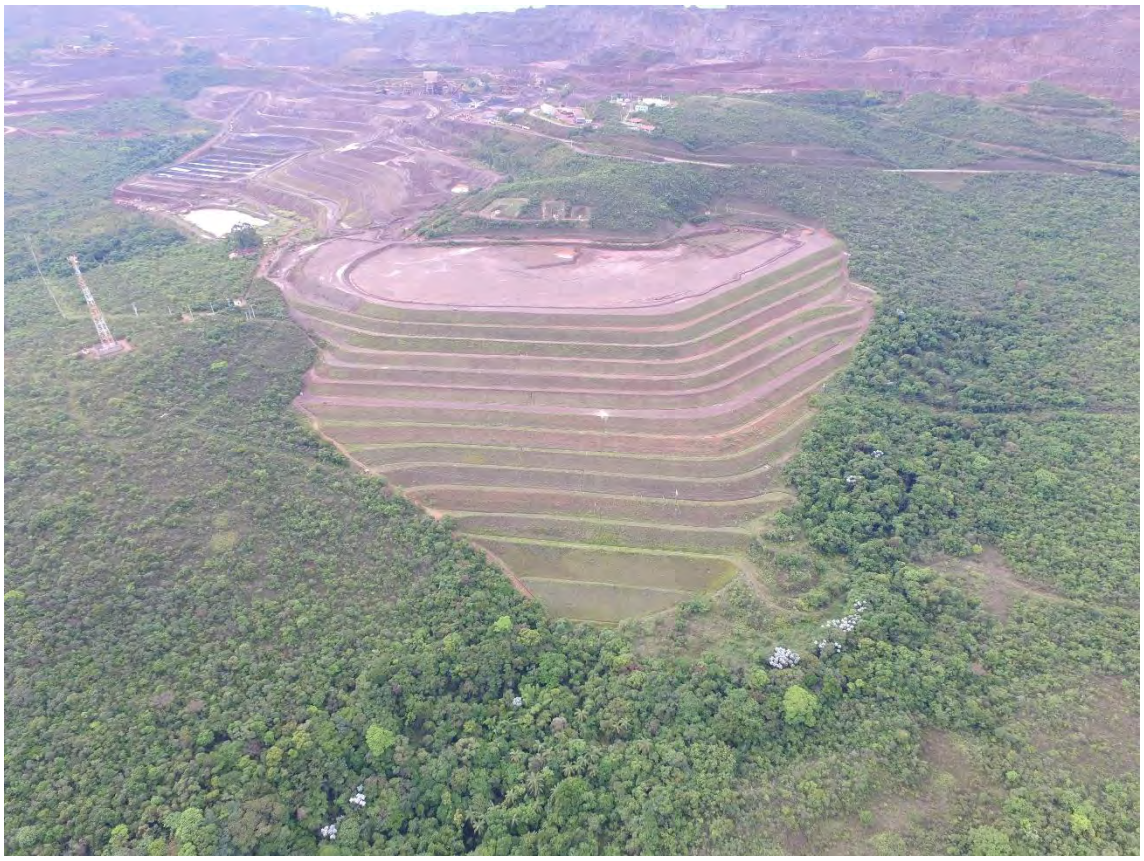


PAEBM

– BARRAGEM DE REJEITOS –

MINA DE SERRA AZUL

1. INTRODUÇÃO.....3

2. OBJETIVO.....4

3. APLICAÇÃO.....4

4. REFERÊNCIAS.....4

5. DEFINIÇÕES.....5

6. INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM.....7

7. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS A SEREM ADOTADOS EM CASO DE EMERGÊNCIA.....10

8. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....30

9. FLUXOGRAMA E PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO EMERGENCIAL.....40

10. **RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAEBM.....43**

11. PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL E EVACUAÇÃO.....49

12. ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA (DAM BREAK) 55

13. APÊNDICES.....72

14. ANEXOS.....94

ANEXO 1 – DADOS DA COMUNIDADE

ANEXO 2 – MAPAS

ANEXO 3 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA – DAMBREAK.

REVISOR:	VERIFICADOR:	APROVADOR:

1. INTRODUÇÃO

O presente documento, desenvolvido pela ArcelorMittal Brasil S/A, destina-se a apresentar o Plano de Ações de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM) da Barragem de Rejeitos Fazenda Córrego Fundo, de propriedade da ArcelorMittal Mineração Serra Azul, no local denominado Fazenda Córrego Fundo, município de Itatiaiuçu/MG.

O PAEBM corresponde a uma ferramenta de auxílio à gestão de risco e segurança da barragem e deve ser aplicado independentemente da condição de estabilidade do maciço, em atendimento aos quesitos da Lei nº 12.334/2010, Portaria da ANM nº 526/2013, Oficio 02-2019 GMC/CEDEC da Defesa Civil de Minas Gerais e os demais respectivos instrumentos.

Trata-se de um documento técnico no qual são identificadas as situações de emergência que podem colocar em risco a integridade da barragem e, consequentemente, as vidas e áreas a jusante e a imagem e a reputação da empresa, o que torna fundamental que sejam estabelecidas as ações necessárias para se minimizar ou mesmo evitar os danos associados em caso de ocorrência de tais situações e definidos os fluxos de comunicação de acordo com os agentes envolvidos.

Este documento se aplica somente a estrutura de disposição de rejeitos, sendo que em caso de emergência deve ser aplicado concomitantemente com o Plano de Ação Emergencial da Mina de Serra Azul – PTS 08.13, onde é definido os procedimentos de segurança e EPIs necessários para executar ações de contidas neste plano.

2. OBJETIVO

O PAEBM da Barragem de Córrego Fundo tem por objetivo identificar as situações adversas que podem impactar a sua condição de segurança e estabelecer as ações a serem tomadas pelos responsáveis, bem como definir o fluxo de comunicação, em caso de suas constatações, a fim de se evitar ou minimizar danos à vida, à saúde, à propriedade, ao meio ambiente ou à integridade estrutural e/ou operacional da barragem, bem como da imagem e reputação da ArcelorMittal.

Neste contexto, com a implantação do PAEBM, a ARCELORMITTAL será capaz de:

- Identificar e analisar as possíveis situações de emergência;
- Aplicar procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem;
- Aplicar procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação dos responsáveis pelas ações;
- Ter uma estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência e entidades competentes.
- Seguir o plano de gerenciamento de comunicação de crise que vai desdobrar as ações relativas à comunicação, dialogando com as ações técnicas detalhadas neste documento.

3. APLICAÇÃO

Este padrão é aplicável aos colaboradores próprios, terceiros, visitantes e provedores de serviços nas unidades operacionais da ArcelorMittal Brasil, assim como aos órgãos Governamentais e entidades que receberam este documento por meio de protocolo.

4. REFERÊNCIAS

- Resolução ANM 32, de 11 de maio de 2020.
- Resolução ANM 13, de 08 de agosto de 2019.
- Ofício Circular 02-2019 GMG/CEDEC de 26 de junho de 2019
- Resolução Conjunta Semad/Feam nº 2.784, de 21 de março 2019.
- Lei Estadual MG 23, de 25 de fevereiro de 2019.
- Portaria MME 37, de 08 de fevereiro de 2019.
- Resolução SEMAD/FEAM MG 2.765, 30 de janeiro 2019
- Resolução SEMAD MG 2.762, de 29 janeiro 2019
- Portaria MME CMSRD 2, de 28 janeiro de 2019
- Portaria MME CMSRD 1, de 28 janeiro de 2019
- Portaria MME 68, de 28 de janeiro de 2019
- Portaria MME 66, de 25 de janeiro de 2019
- Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017
- Portaria nº 526, de 09 dezembro de 2013

- Lei n° 12.334, de 20 de setembro de 2010
- Portaria nº 416, de 3 de setembro de 2012
- Decreto lei n° 227, de 28 de fevereiro de 1967
- Decreto nº 7.092, de 2 de fevereiro de 2010;
- Lei n° 6.567, de 24 de setembro de 1978

5. DEFINIÇÕES

- Ambulância: veículo de operação de emergência utilizado no transporte de equipes de emergência ou vítimas que não exista a necessidade de transportes especiais (deitado / imobilizado).
- Brigada de emergência: equipe formada por voluntários, empregados da mineração, treinados, com objetivo de zelar pela segurança e integridade física dos empregados e do patrimônio da empresa. Comunicador do incidente: qualquer pessoa que tem acesso às dependências das unidades operacionais.
- Cenário de acidente: conjunto formado pelo evento perigoso identificado, suas causas e cada um dos seus efeitos;
- Dano ambiental: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota *(conjunto seres vivos do ecossistema)*; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos naturais (dicionário brasileiro de ciências ambientais – thex ed./2002 – art. 1º da resolução conama 1, de 23/01/1986);
- Derramamento: qualquer liberação, súbita ou não, de produto químico, normalmente no estado líquido ou sólido, para o solo, subsolo, água, superfícies ou atmosfera que possa colocar em risco a integridade física das pessoas e/ou causar danos ambientais.
- Descomissionamento: encerramento das operações com a remoção das infraestruturas associadas, tais como, mas não se limitando, a espigotes, tubulações, exceto aquelas destinadas à garantia da segurança da estrutura;
- Emergência: incidentes que ameaçam a segurança pública, saúde e bem estar de qualquer pessoa dentro e fora das instalações da ArcelorMittal Brasil. Se forem

graves ou prolongadas, podem exceder a capacidade dos socorristas, bombeiros locais ou agentes da lei.

- Emergência de pequeno porte: aquela que, devido às suas características, pode ser controlada, resolvida pela equipe de apoio, brigada de emergência onde ocorreu incidente, com os recursos providos pela ArcelorMittal Brasil, não extrapola os limites da empresa e há recursos para realização da mitigação ambiental;
- Emergência de médio porte: aquela que, devido às suas características, pode ser controlada e resolvida pela equipe de apoio em conjunto com a brigada de emergência onde ocorreu incidente com vítimas, com os recursos providos pela ArcelorMittal Brasil, extrapola os limites da empresa e há recursos para realização da mitigação ambiental;
- Emergência de grande porte: aquela que, devido às suas características, coloca em risco as pessoas, o meio ambiente, a propriedade da ArcelorMittal Brasil e requer o esforço total da equipe de apoio, brigada de emergência e apoio externo (bombeiros, polícia florestal, samu, polícia militar, polícia civil, outros), extrapola os limites da empresa e não há recursos para realização da mitigação;
- Equipe de apoio: responsável pelo primeiro atendimento ao local do incidente antes e durante a chegada da brigada de emergência;
- Equipe de Geotecnia: colaborador com curso técnico ou especialização em geotecnia, responsável pela aplicação de métodos científicos e princípios de engenharia para a aquisição, interpretação e uso do conhecimento dos materiais da crosta terrestre para a solução de problemas de engenharia.
- Plano de emergência: é o conjunto de medidas a serem adotadas no caso de uma emergência. O plano de emergência contém as diretrizes gerais adotadas pela mineradora; definição de responsabilidades; lista de contatos; identificação dos principais riscos da gerência; procedimentos para abandono de área; paradas de emergência; derrames/vazamentos de produtos; incêndio; explosões; enchentes e outros tipos de emergência; comunicação interna e externa; e treinamento.
- PSB – Plano de Segurança de Barragens: é um instrumento da PNSB e que cabe ao empreendedor elaborá-lo e implementá-lo, incluindo, quando exigido pelo órgão fiscalizador, Plano de Ação de Emergência, nos termos dos arts. 8º, 11 e 12 da Lei nº 12.334, de 2010;

- Procedimento de desocupação de área: prevê os passos para o abandono seguro da localidade pelos empregados, contratados e visitantes de modo que não ocorram atropelos e consequentes acidentes, o que pode agravar a situação de emergência.
- Pontos de encontro: locais devidamente sinalizados e destinados ao encontro dos empregados, após a evacuação de uma instalação, para conferência, facilitando o controle e remoção.
- Resposta: esforço para mitigar o impacto de um incidente sobre os trabalhadores e o público.
- Sala de controle: centro de controle de operações que é responsável pelo monitoramento da estrutura e acionamento do Plano de Emergência para um cenário contido no plano de atendimento a emergência.
- Situação de emergência: são as situações representativas dos cenários de acidentes mais críticos, previamente identificados durante o estudo de análise de risco. Estes cenários de acidentes são agrupados considerando-se tanto os efeitos físicos envolvidos quanto as ações e recursos necessário para resposta.

6. INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM

6.1. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem de Rejeitos da Mina Córrego Fundo está localizada no município de Itatiaiuçu/MG. O principal acesso é feito pela BR-381 até o Km 533, pegando a saída 522 e seguindo 7Km até a entrada da barragem. Na Figura 1 é mostrado o acesso à Barragem.

Figura 1 - Acesso à Barragem Córrego Fundo

6.2. DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM

A Barragem foi construída com a finalidade de disposição de rejeitos oriundos do processo de extração de minério de ferro. A barragem de rejeitos da Mina Córrego Fundo atingiu sua cota máxima de projeto (1015 m) e, por isto, teve paralisada sua operação como estrutura para recebimento dos rejeitos da usina de concentração de minério de ferro, em outubro de 2012 sendo substituída por um sistema de baias de desaguamento de rejeitos. Foi alteada pelo método de montante.

O sistema de disposição de rejeitos da mineração inclui os seguintes componentes, a serem descritos:

- Barragem de contenção dos rejeitos
- Canal extravasor
- Reservatório de rejeitos

O sistema extravasor da barragem é composto por uma galeria de encosta, com torres extravasoras, servidas por stop-logs, conectada a uma galeria de fundo, que descarrega a vazão captada no terreno natural, recoberto com canga, e daí para a drenagem natural, fluindo no sentido do córrego Mota.

Os stop-logs são peças de madeira, que descem por uma ranhura metálica instalada em uma das faces das torres extravasoras, permitindo o controle do nível d'água do reservatório. Com acréscimo ou remoção dos stop-logs faz-se elevar ou baixar o nível d'água do reservatório.

Além de permitir esta flexibilidade no manejo do nível d'água, as torres estão instaladas mais para dentro do reservatório e permitem, com isto, aumento da largura da praia, de grande importância para a segurança da barragem.

A estrutura extravasora – torres e galeria – está toda construída com concreto estrutural, e foi dimensionada para evacuar cheias com tempo de retorno decamilenar, tendo em vista o porte da barragem e seu potencial de dano, em caso de ruptura.

A barragem está com altura de 89 m e comprimento da crista aproximado de 700 m. A inclinação média do talude jusante é de 1V:3,4H.

A barragem é constituída por um dique inicial de terra compactada, com sistema de drenagem interna, com filtro inclinado de areia e dreno de fundo, conforme projeto (Engeo 1985,1986). Alguns alteamentos por montante tiveram também tapetes ou drenos na sua base. Os alteamentos foram executados na sua maioria com material local ou rejeitos, segundo operação de Mina. Há canaletas de drenagem superficial nas bermas. Todo o maciço é monitorado com piezômetros, indicadores de nível d'água, marcos superficiais e medidores de vazão dos drenos.

6.3. ESTRUTURAS ASSOCIADAS

A Barragem da Mina Córrego Fundo não apresenta estrutura associada que possa ser comprometida com uma eventual ruptura.

7. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS A SEREM ADOTADOS EM CASO DE EMERGÊNCIA

7.1. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS

A inspeção realizada na Barragem, conjugado com o contínuo monitoramento a ser executado pela ArcelorMittal, é razoável concluir que o maciço da barragem, mesmo que apresente falhas quando estiver em operação, não irá romper de forma inesperada. Entretanto, é necessário o acompanhamento do comportamento da estrutura para verificação de indícios de problemas e apontamentos para providências técnicas a serem tomadas.

Assim, o Plano de Segurança da Barragem apresenta as diretrizes para a realização de trabalhos preventivos, com o claro objetivo de avaliar e reduzir os riscos estruturais, operacionais e ambientais, bem como os de reputação, sempre colocando a valorização da vida em primeiro plano, sendo destacadas as seguintes atividades:

- Inspeção de segurança regular quinzenal do barramento, do sistema extravasor e de drenagem;
- Inspeção semestral realizada por auditoria externa de segurança regular do barramento, do sistema extravasor e de drenagem; com emissão de laudo.
- Inspeção diária especial: em função do nível de emergência da estrutura realização de inspeções com preenchimento diário no SIGBM; situação da estrutura.
- Manutenção preventiva do barramento e do sistema extravasor e de drenagem;
- Monitoramento da estabilidade do maciço da barragem;
- Monitoramento dos níveis e geometria de assoreamento da barragem (batimetria);
- Monitoramento pluviométrico;
- Monitoramento do volume mínimo para laminação de cheia do reservatório;
- Monitoramento de sismos, a partir de 5 sismógrafos instalados na estrutura e 7 em área de mina (controle de desmontes);
- Monitoramento de movimentações da estrutura utilizando radar;

Estas ações são de responsabilidade da própria ArcelorMittal Brasil, que disponibilizará as informações sempre que solicitado.

7.2. PROCEDIMENTOS CORRETIVOS

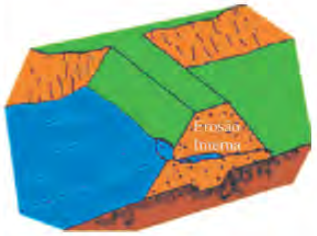
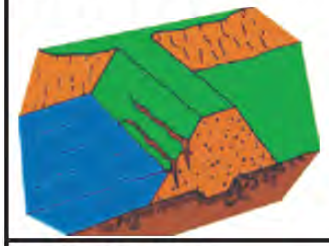
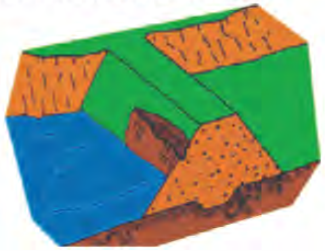
O PAEBM deve prever as ações corretivas a serem adotadas com o objetivo de evitar a ruptura da Barragem em caso de identificação de situações de emergência.

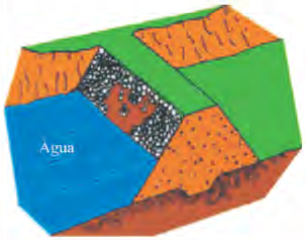
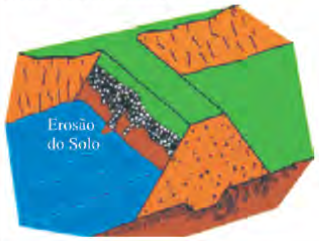
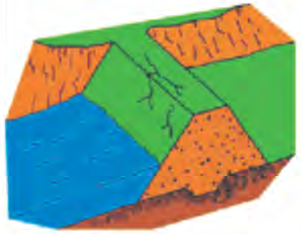
Estas situações de emergência podem ser caracterizadas a partir de anomalias identificadas na estrutura da barragem, especificamente, nos taludes de montante, taludes de jusante, crista, infiltrações e fugas de água na barragem e vertedouro, as quais podem, eventualmente, contribuir para um rompimento.

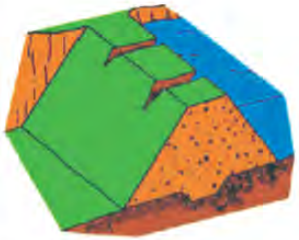
Para o acompanhamento destas situações de emergência o Ministério da Integração Nacional elaborou o Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem, onde são apresentadas as causas, consequências e ações corretivas para cada anomalia citada no parágrafo anterior.

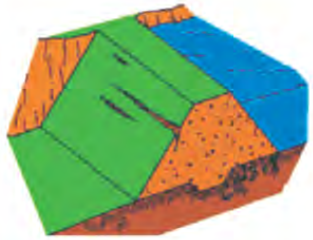
Destaca-se que mesmo tendo sido considerado um grande número de anomalias, é possível que a barragem esteja sujeita a uma situação de emergência não prevista. Nestes casos, o responsável pela barragem, ou o coordenador do PAEBM, deverá ser notificado para que a anomalia seja prontamente classificada e as medidas necessárias sejam tomadas.

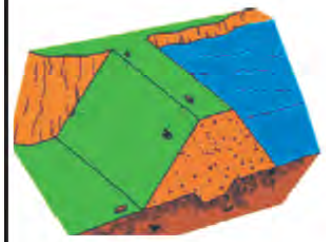
Na sequência são apresentadas as anomalias que podem originar situações de emergência para cada região na barragem, conforme apresentado no Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem, mostrando suas causas prováveis, possíveis consequências e ações corretivas a serem adotadas.

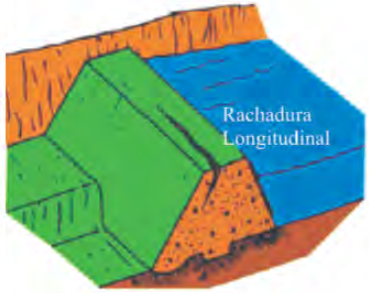
TALUDE DE MONTANTE			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
SUMIDOUROS 	1. Erosão interna ou *Piping* do maciço ou fundação da barragem dá origem a um sumidouro. 2. O desabamento de uma caverna criada pela erosão pode resultar num sumidouro. 3. Um pequeno furo na parede da tubulação da tomada d'água pode ocasionar um sumidouro. Água barrenta na saída à jusante indica o desenvolvimento de erosão na barragem.	**Perigo Extremo** O *Piping* pode esvaziar o reservatório através de um pequeno furo na parede da tubulação ou pode provocar a ruptura de uma barragem, quando os canais formados pela erosão regressiva atravessam o maciço ou a fundação.	Inspecionar outras partes da barragem procurando infiltrações ou mais sumidouros. Identificar a causa exata do sumidouro. Examinar a água que sai à jusante, por fuga ou percolação, para verificar se ela está suja. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
RACHADURAS GRANDES 	Uma porção do maciço moveu-se devido à perda de resistência, ou a fundação pode ter-se movido causando um deslocamento no maciço.	**Perigo Extremo** Indica o início de um deslizamento ou recalque do maciço causado pela ruptura da fundação.	Dependendo do volume de maciço envolvido, baixar o nível do reservatório. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DESLIZAMENTOS, AFUNDAMENTOS OU ESCORREGAMENTOS 	Terra ou pedras deslizaram pelo talude devido à sua inclinação exagerada ou ao movimento da fundação. Examinar a ocorrência de movimentos de terra, na bacia do reservatório, produzidos por deslizamentos.	**Perigo Extremo** Uma série de deslizamentos pode provocar a obstrução da tomada d'água ou ruptura da barragem.	Avaliar a extensão do deslizamento. Monitorar o escorregamento e baixar o nível do reservatório se a segurança da barragem estiver ameaçada. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

TALUDE DE MONTANTE (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
RIP RAP INCOMPLETO, DESTRUÍDO OU DESLOCADO 	Deterioração de *Rip-Rap* de má qualidade. A ação das ondas deslocou o *Rip-Rap*. Pedras redondas ou de mesmo tamanho rolaram talude abaixo.	Ação das ondas nestas áreas desprotegidas diminui a largura do maciço da barragem.	Restabelecer o talude normal. Refazer corretamente o *Rip-Rap*.
EROSÃO POR TRÁS DO Rip-Rap MAL GRADUADO. 	Pedras de tamanhos aproximadamente iguais permitem que as ondas passem entre elas e venham a erodir a camada intermediária de proteção, se esta não for bem graduada, e o solo do maciço subjacente.	O solo do maciço é erodido por trás do *Rip-Rap*. Isto permite que o *Rip-Rap* recalque, fornecendo uma menor proteção e diminuindo a largura da barragem.	1. Restabelecer uma proteção eficiente do talude. 2. Um engenheiro deve especificar o tamanho e a graduação das pedras do *Rip-Rap* e da camada intermediária de proteção. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
RACHADURAS DEVIDO AO RESSECAMENTO 	O solo perde a umidade e sofre contração, causando as rachaduras, geralmente vistas na crista e talude de jusante.	Chuvas fortes podem encher as rachaduras e causar o movimento de pequenas partes do maciço.	1. Monitorar rachaduras para o aumento no comprimento, largura e profundidade. 2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devam ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

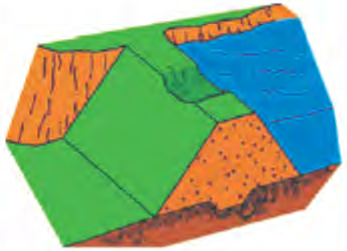
TALUDE DE JUSANTE			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DESLIZAMENTO/ NCHARCAMENTO	1. Falta ou perda de resistência do material do maciço da barragem. 2. A perda de resistência pode ser atribuída à infiltração de água no maciço ou falta de suporte da fundação.	**Perigo Extremo** Deslizamento do maciço atingindo a crista ou o talude de montante reduzindo a folga. Pode resultar no colapso do maciço ou transbordamento.	1. Medir a extensão e o deslocamento do escorregamento. 2. Se o movimento continuar, começar a baixar o nível d'água até parar o movimento. 3. Um engenheiro qualificado deve inspecionar imediatamente a barragem e orientar as ações a serem tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
RACHADURAS TRANSVERSAIS 	Recalque diferenciado do maciço da barragem também provoca rachaduras transversais. Por exemplo: o centro recalcando mais que as ombreiras.	**Perigo** Rachaduras devido a recalques ou retração podem provocar infiltrações da água do reservatório através da barragem.	1. Se necessário, obstruir a rachadura do talude de montante para prevenir a passagem de água do reservatório. 2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DESABAMENTO/COLAPSO	1. Falta de uma compactação adequada. 2. Tocas de animais. 3. *Piping* através do maciço ou fundação.	**Perigo** Indicação de possível erosão do maciço.	1. Inspecionar e reparar os buracos internos criados por roedores. 2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

TALUDE DE JUSANTE (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
RACHADURAS LONGITUDINAIS 	1. Ressecamento ou retração do material de superfície. 2. Deformação para jusante devido ao recalque do maciço.	1. Pode ser aviso de um futuro deslizamento. 2. Recalques ou deslizamentos mostrando a perda de resistência da barragem podem provocar a sua ruína.	1. Se as rachaduras são de ressecamento, cubra a área com material bem compactado para manter a superfície seca e a umidade natural. 2. Se as rachaduras são extensas, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar outras ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
AFUNDAMENTOS (localizados)	Resultante de erosão que descalçou uma parte do talude. Também pode ser encontrado em taludes muito íngremes.	Pode expor zonas impermeáveis à erosão e levar a novos afundamentos.	1. Inspecionar a área em busca de infiltração. 2. Monitorar para verificar o prosseguimento da ruptura. 3. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
EROSÃO	Águas de chuvas carregam material da superfície do talude produzindo valas de erosão.	Pode ser perigosa se não for contida. Erosões podem provocar deterioração do talude de jusante e, posteriormente, a ruptura do maciço.	1. O método preferido de proteção de áreas erodidas é a colocação de enrocamento ou *Rip-Rap*. 2. Refazer a grama de proteção se o problema for detectado no início.

TALUDE DE JUSANTE (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
ÁRVORES/ARBUSTOS	Vegetação natural da área.	Raízes profundas podem criar caminhos para passagem de água. Arbustos podem dificultar inspeções visuais e abrigar roedores.	1. Remover as árvores de raízes profundas e arbustos do maciço e nas proximidades. 2. Erradicar vegetação no maciço que dificulte as inspeções visuais.
ATIVIDADES DE ANIMAIS E INSETOS 	Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos *habitat*, com alguns tipos de plantas e árvores, próximos ao reservatório encorajam estes animais e insetos.	1. Cria passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que poderá provocar rupturas localizadas. 2. Pode reduzir o caminho de percolação da água e provocar *Piping*. Se os túneis atravessam a maior parte do maciço podem levar a ruptura da barragem. 3. Especialmente perigoso se os furos penetram abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilitaria a ocorrência de *Piping*.	1. Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. 2. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado. 3. Eliminar *habitat* favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.
TRÁFEGO DE ANIMAIS E GADO	Tráfego excessivo de animais especialmente danoso quando o talude está molhado.	Cria áreas sem proteção contra erosão. Permite que a água se acumule em determinados locais. Área suscetível a rachaduras por ressecamento.	1. Cercar a área da barragem. 2. Reparar a proteção contra erosão com *Rip-Rap* ou grama.

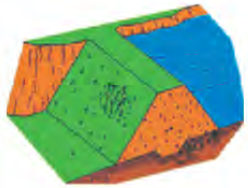
CRISTA			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
RACHADURA LONGITUDINAL 	1. Assentamentos diferentes entre seções adjacentes ou zonas do maciço da barragem. 2. Falha na fundação causando perda de estabilidade. 3. Estágios iniciais de deslizamentos do maciço.	**Perigo** 1. Cria local de pouca resistência no interior da barragem, que pode ser o ponto de início de um futuro movimento, deformação ou ruptura do maciço. 2. Cria uma passagem da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação da área adjacente, o que poderá provocar uma ruptura localizada.	1. Inspecionar a rachadura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da rachadura. Monitorar frequentemente. 2. Um engenheiro deve determinar a causa da rachadura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. 3. As rachaduras da superfície da crista devem ser seladas para prevenir infiltração da água superficial. 4. Continuar monitorando rotineiramente a crista para identificar indícios de rachaduras. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DESLOCAMENTO VERTICAL	1. Movimento vertical entre seções adjacentes do maciço da barragem. 2. Deformação ou falha estrutural causados por instabilidade estrutural ou falha na fundação.	**Perigo Extremo** 1. Cria uma área local de pouca resistência no interior do maciço que pode causar futuros movimentos. 2. Ruptura do maciço. 3. Cria um ponto de entrada para a água superficial que futuramente poderá contribuir na ruptura do maciço. 4. Reduz a seção transversal efetiva da barragem.	1. Cuidadosamente inspecionar o deslocamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. 2. Um engenheiro deve imediatamente determinar a causa do deslocamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. 3. Escavar a área até o fundo do deslocamento. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro. 4. continuar a monitorar a área rotineiramente para verificar indícios de futuras rachaduras ou movimento. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

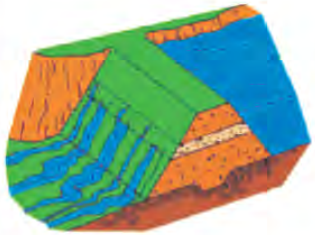
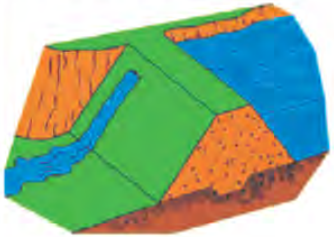
CRISTA (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DESABAMENTOS NA CRISTA	1. Atividade de roedores. 2. Furos na tubulação da tomada d'água estão causando erosão do material do maciço da barragem. 3. Erosão interna ou *Piping* do material do maciço devido à infiltração. 4. Carreamento de argila dispersiva no interior do maciço, pela água de percolação.	**Perigo** 1. Vazios dentro da barragem podem causar desabamentos, deslizamentos, instabilidade, ou reduzir a seção transversal do maciço da barragem. 2. Ponto de entrada para água superficial.	1. Cuidadosamente inspecionar o desabamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. 2. Um engenheiro deve determinar a causa do desabamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. 3. Escavar a área que desabou, taludando os lados, e preencher o buraco com material adequado usando técnicas de construção adequadas, sob a supervisão de um engenheiro. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
RACHADURAS TRANSVERSAIS	1. Movimentos desiguais das partes adjacentes do maciço. 2. Deformação causada por tensões ou instabilidade do maciço.	**Perigo** 1. Pode criar um caminho para infiltração na direção transversal do maciço. 2. Cria área de baixa resistência no interior do maciço. Daí poderá se iniciar futura deformação, movimento ou ruptura. 3. Permite um ponto de entrada para água de escoamento superficial.	1. Inspecionar a rachadura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da rachadura. Monitorar frequentemente. 2. Um engenheiro deve determinar a causa da rachadura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. 3. Escavar a crista ao longo da rachadura até ultrapassar o fundo da rachadura. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro. Isso irá selar a rachadura contra infiltração e escoamento superficial. 4. Continuar monitorando rotineiramente a crista para verificar indícios de rachaduras. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

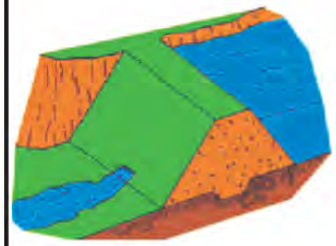
CRISTA (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
CRISTA DESALINHADA	1. Movimentos entre partes adjacentes do maciço. 2. Deformação estrutural ou ruptura próxima à área do desalinhamento.	1. Desalinhamento é normalmente acompanhado de depressões na crista que reduzem a folga ao transbordamento. 2. Pode produzir áreas localizadas de baixa resistência do maciço que pode provocar ruptura do maciço.	1. Instalar marcos na crista para determinar a exata localização e extensão do desalinhamento na crista. 2. Um engenheiro deve determinar a causa do desalinhamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. 3. Após as medidas remediadoras, monitorar periodicamente os marcos da crista para detectar possíveis movimentos futuros. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DEPRESSÕES NA CRISTA DA BARRAGEM 	1. Assentamento excessivo no maciço ou fundação diretamente abaixo da área da depressão. 2. Erosão interna do maciço da barragem. 3. Deformação do maciço de fundação no sentido jusante ou montante. 4. Erosão pelo vento contínuo na área da crista. 5. Terraplanagem final inadequada na construção.	Reduz a folga da barragem, ou seja, reduz a diferença entre a cota do coroamento do maciço e a cota da superfície da água no reservatório quando o vertedouro estiver com vazão máxima.	1. Estabelecer marcos ao longo da crista para determinar a exata localização e extensão do assentamento na crista. 2. Um engenheiro deve determinar a causa da depressão na crista e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. 3. Restabelecer a cota da crista de maneira uniforme preenchendo as áreas com depressões utilizando técnicas construtivas adequadas, sob a supervisão de um engenheiro. 4. Restabelecer e monitorar os marcos da crista da barragem para detectar possível recalque no futuro.
VEGETAÇÃO EXCESSIVA	Negligência com a barragem e falta de procedimentos de manutenção adequados.	1. Esconde partes da barragem, dificultando uma adequada inspeção visual de todo o maciço e possibilitando o desenvolvimento de problemas que somente serão detectados quando a segurança da barragem já estiver ameaçada. 2. As raízes que penetram no maciço se decompõem quando a vegetação morre, criando caminhos preferenciais para a percolação. 3. Dificulta o acesso a todas as áreas da barragem para operação, manutenção e inspeção. 4. Serve de *habitat* para roedores.	1. Remover toda vegetação existente, com exceção da grama que deve ser preservada para ajudar a combater a erosão superficial. As raízes devem ser retiradas até a profundidade que seja praticável as escavações. O reaterro deve ser feito com material adequado e bem compactado. 2. Um programa de manutenção deve ser estabelecido para evitar o surgimento de nova vegetação indesejável no futuro. 3. O material cortado deve ser removido para fora da área da barragem.

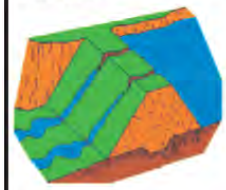
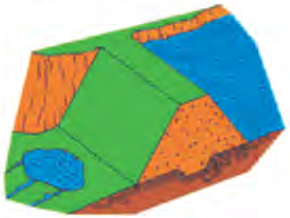
CRISTA (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
BURACOS DE ANIMAIS E INSETOS	Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos *habitat*, com alguns tipos de plantas e árvores, próximos ao reservatório encorajam estes animais e insetos.	1. Cria passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que poderá provocar rupturas localizadas. 2. Pode reduzir o caminho de percolação da água e provocar *Piping*. Se os túneis atravessarem a maior parte do maciço, podem levar a ruptura da barragem. 3. Especialmente perigoso se os furos penetram abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilitaria a ocorrência de *Piping*.	1. Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. 2. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado. 3. Eliminar *habitat* favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.
EROSÕES NA CRISTA	1. Material mau graduado e drenagem inadequada da crista com concentração do fluxo de água superficial diretamente sobre o maciço. 2. Capacidade inadequada do sangradouro, provocando o transbordamento da barragem.	1. Pode reduzir a folga da barragem. 2. Reduz a seção transversal efetiva do maciço. 3. Dificulta o acesso a todas as partes da barragem. 4. Se resultante de transbordamento, indica uma situação de risco da barragem.	1. Restabelecer a folga de projeto da barragem aterrando a vala provocada pela erosão, com material adequado e bem compactado. 2. Restabelecer as inclinações previstas, no projeto, para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. 3. Se resultante de transbordamento, um engenheiro deve rever o dimensionamento e as condições atuais do vertedouro. Neste caso é EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
RACHADURAS DEVIDO AO RESSECAMENTO	O solo expande e contrai com a alternância dos processos de umedecimento e ressecamento que acompanham o clima. As rachaduras devido ao ressecamento são curtas, rasas, finas e numerosas.	Cria passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes. Esta saturação e o ressecamento subsequente poderão ocasionar o aumento das rachaduras.	1. Selar as rachaduras com material impermeável. 2. Recobrir a crista com uma camada de material não plástico (cascalho ou laterita).

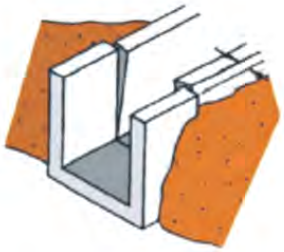
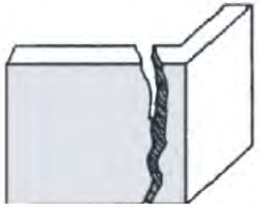
CRISTA (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
TRILHAS AO LONGO DA CRISTA	Tráfego de veículos pesados sem a manutenção adequada da superfície da crista.	1. Dificulta o acesso a todas as áreas da barragem. 2. Ajuda o processo de deterioração da superfície da crista. 3. Permite a acumulação de água sobre a barragem, causando saturação do maciço.	1. Drenar a água acumulada e recompor a crista com material adequado e bem compactado. 2. Restabelecer as inclinações previstas no projeto, para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. 3. Recuperar o pavimento ou, no mínimo, aplicar uma camada de material que possa funcionar como revestimento primário (cascalho ou laterita).

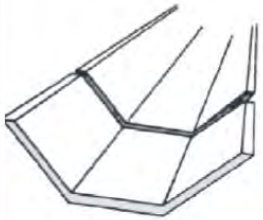
INFILTRAÇÕES E FUGAS DE ÁGUA NA BARRAGEM			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
MUDANÇA ACENTUADA NA VEGETAÇÃO 	O material do maciço na área está permitindo fluxo de água.	Pode indicar a existência de uma área saturada.	1. Por meio de escavação manual tentar identificar se a área está mais úmida que o restante do talude. 2. Se a área estiver mais úmida que o restante do talude, um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas.
GRANDE ÁREA MOLHADA OU PRODUZINDO FLUXO	Um caminho preferencial de percolação desenvolveu-se através da ombreira ou do maciço.	**Perigo** 1. O aumento do fluxo pode levar à erosão do maciço e à ruptura da barragem. 2. A saturação do maciço próximo à zona de infiltração pode criar instabilidade, levando à ruptura da barragem.	1. Inspecionar e demarcar a área. Acompanhar para averiguar sua expansão. 2. Medir com a precisão possível alguma vazão que possa estar ocorrendo. 3. Se a área ou o fluxo aumentarem, o nível do reservatório deve ser reduzido até o fluxo se estabilizar ou cessar. 4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

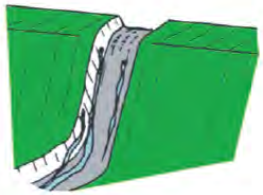
INFILTRAÇÕES E FUGAS DE ÁGUA NA BARRAGEM (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
ÁREA MOLHADA E UMA FAIXA HORIZONTAL 	Camada de material permeável usado na construção do maciço.	**Perigo** 1. A saturação das áreas abaixo da zona de infiltração pode instabilizar o maciço. 2. Fluxos excessivos podem provocar erosão acelerada do maciço, levando à ruptura da barragem.	1. Medir com a precisão possível a vazão que esteja ocorrendo. 2. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deve ser reduzido até o fluxo se estabilizar ou cessar. 3. Demarcar a área envolvida. 4. Por meio de escavação manual tentar identificar o material que está permitindo o fluxo. 5. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA NA PARTE ALTA DO TALUDE 	Construção incorreta; esforço concentrado; deterioração do material; falhas na fundação; pressão externa excessiva.	Distúrbios no escoamento; erosão na fundação e no aterro de recobrimento; eventual desmoronamento da estrutura.	1. Medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais. 2. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deve ser reduzido até o fluxo se estabilizar ou cessar. 3. Procurar a entrada da água à montante e obstruí-la, se possível. A colocação de uma lona sobre o talude de montante e o seu recobrimento com solo lançado a partir da crista da barragem têm sido adotados com êxito em alguns casos. 4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

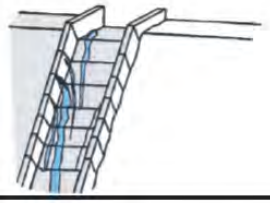
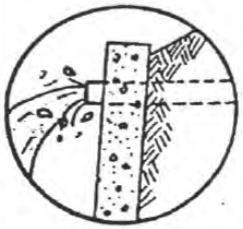
INFILTRAÇÕES E FUGAS DE ÁGUA NA BARRAGEM (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA 	A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço.	**Perigo** A continuação do fluxo pode ampliar a erosão do maciço e levar à ruptura da barragem.	1. Inspecionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais. 2. Se houver carreamento de material, um dique com sacos de areia deve ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. 3. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deve ser rebaixado. 4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devem ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA LOCALIZADA DE ÁGUA "BARRENTA"	A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço e está erodindo e carreando o material do maciço.	**Perigo Extremo** O prosseguimento do fluxo poderá causar uma erosão rápida no material do maciço resultando na ruptura da barragem.	1. Inspecionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar se o carreamento de solo está aumentando. 2. Um dique com sacos de areia deve ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. 3. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deve ser rebaixado. 4. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações que devem ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

INFILTRAÇÕES E FUGAS DE ÁGUA NA BARRAGEM (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FUGA DE ÁGUA ATRAVÉS DE RACHADURAS PRÓXIMAS À CRISTA 	1. Intenso ressecamento provocou o surgimento de rachaduras no topo do maciço. 2. Recalques no maciço ou na fundação estão causando rachaduras transversais	**Perigo Extremo** 1. A saturação abaixo da zona fraturada pode instabilizar o maciço. 2. O fluxo através da rachadura pode erodir o maciço, levando à ruptura da barragem.	1. Obstruir as rachaduras pelo lado de montante para estancar o fluxo. 2. O nível do reservatório deve ser reduzido até abaixo do nível das rachaduras 3. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
VAZAMENTOS VINDO DAS OMBREIRAS	Fluxo de água através de rachaduras ou fissuras nas ombreiras.	**Perigo** 1. Pode provocar uma erosão rápida na ombreira e o esvaziamento do reservatório. 2. Pode provocar deslizamentos próximos ou à jusante da barragem.	1. Inspecionar cuidadosamente a área para determinar a quantidade do fluxo e averiguar se existe carreamento de materiais. 2. Um engenheiro ou geólogo qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO OU GEÓLOGO.
FLUXO BORBULHANDO A JUSANTE DA BARRAGEM 	Alguma parte do maciço de fundação está permitindo a passagem da água com facilidade. Pode ser uma camada permeável formada por areia ou pedregulho existente na fundação ou mesmo fratura na rocha subjacente, que não foi tratada convenientemente quando da execução da injeção de cimento da rocha de fundação.	**Perigo** O aumento do fluxo poderá causar uma erosão rápida no material da fundação resultando na ruptura da barragem.	1. Inspecionar cuidadosamente a área e averiguar a quantidade de fluxo e o transporte de materiais. 2. Se houver carreamento de material, um dique com sacos de areia deve ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. 3. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deve ser rebaixado. 4. um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

VERTEDOURO (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DESCALÇAMENTO POR EROSÃO NO FINAL DO VERTEDOURO	1. Configuração inadequada da bacia de dissipação. 2. Materiais altamente erosivos. 3. Falta de uma cortina de contenção no final da calha.	**Perigo** 1. Dano estrutural no vertedouro. 2. Alto custo de reparo no caso de desmoronamento da laje ou parede do vertedouro.	1. Fazer a limpeza da área e reaterrar com bom material apropriado. 2. Colocar um enrocamento com blocos de tamanho adequado. 3.instalar uma cortina de contenção. 4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
PAREDE DESLOCADA 	1. Falha na execução. 2. Recalque diferencial da fundação. 3. Pressão excessiva do aterro ou da água. 4. Armadura insuficiente do concreto.	1. Pequenos deslocamentos irão criar turbulência e redemoinho no fluxo, causando erosão no solo atrás da parede. 2. Grandes deslocamentos causarão rachaduras e eventual ruptura da estrutura.	1. Reconstrução deve ser feita de acordo com as práticas da engenharia. 2. A fundação deve ser cuidadosamente preparada. 3. Drenos devem ser usados para aliviar a pressão atrás da parede. 4. Armar suficientemente o concreto. Ancorar as paredes para prevenir futuros deslocamentos. 5. Limpar os drenos para assegurar sua operação adequada. 6. Consultar um engenheiro antes de as ações serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
RACHADURAS GRANDES 	1. Falha de Construção. 2. Concentração localizada de tensos. 3. Deterioração localizada do material. 4. Falha na fundação. 5. Pressão excessiva do reaterro externo.	1. Turbulência no fluxo d'água. 2. Erosão na fundação e no aterro lateral. 3. Colapso da estrutura.	1. Grandes rachaduras sem grandes deslocamentos devem ser reparadas por meio de remendos. 2. Áreas ao redor devem ser limpas e cortadas antes que o material de remendo seja aplicado. 3. Instalação de drenos e outras ações podem ser necessárias. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

VERTEDOURO (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
JUNTAS ABERTAS OU DESLOCADAS 	1. Recalque excessivo da fundação. 2. Fuga de material da junta. 3. Junta construída muito larga e não selada. Material selante deteriorado e carreado.	1. Erosão do material da fundação pode enfraquecer o suporte da estrutura e causar futuras rachaduras. 2. Pressão induzida pelo fluxo das águas através das juntas deslocadas pode carregar laje ou parede e causar um extenso descalçamento.	1. As juntas não devem ter mais de 1 cm e devem ser seladas com asfalto ou outro material flexível. 2. Limpar as juntas, substituir os materiais erodidos e selar as juntas. 3. A fundação deve ser propriamente drenada e preparada. A face inferior da laje deve ter ressaltos com profundidade suficiente para evitar deslizamento. 4. Evitar inclinação exagerada do canal. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
PERDA OU FALHA DO *RIP-RAP* 	1. Canal muito inclinado. 2. Enrocamento mal dimensionado para o fluxo. 3. Falha na fundação. 4. Velocidade de escoamento muito alta. 5. Colocação inadequada do material. 6. Camada de transição ou material da fundação carreado pela água.	**Perigo** 1. Erosão no fundo e laterais do canal. 2. Ruptura do vertedouro.	1. As juntas não devem ter mais de 1 cm e devem ser seladas com asfalto ou outro material flexível. 2. Limpar as juntas, substituir os materiais erodidos e selar as juntas. 3. A fundação deve ser propriamente drenada e preparada. A face inferior da laje deve ter ressaltos com profundidade suficiente para evitar deslizamento. 4. Evitar inclinação exagerada do canal. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

VERTEDOURO (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DETERIORAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO	Uso de materiais impróprios ou manutenção inadequada.	A vida útil da estrutura será diminuída.	1.Recuperar a estrutura do vertedouro. 2.Usar apenas agregados limpos e de boa qualidade no concreto. 3.Respeitar o recobrimento da armadura do concreto. 4. O concreto deve ser mantido molhado e protegido durante a cura. 5.Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
VAZAMENTO DENTRO E AO REDOR DO VERTEDOURO 	1. Fendas e juntas na fundação do vertedouro estão permitindo infiltração. 2. Camadas de areia ou pedregulhos no vertedouro estão permitindo infiltração.	1. Pode induzir uma perda excessiva de água armazenada. 2. Pode induzir a uma ruptura se a velocidade for alta o bastante para causar erosão dos materiais da fundação.	1. Examinar a área de saída do fluxo para ver se o tipo de material pode explicar o vazamento. 2. Medir a quantidade do fluxo e checar se existe erosão dos materiais da fundação. 3. Se a velocidade do fluxo ou quantidade de materiais erodidos aumentar rapidamente, o nível do reservatório deve ser abaixado até o fluxo estabilizar ou cessar. 4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

VERTEDOURO (CONTINUAÇÃO)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
INFILTRAÇÃO ATRAVÉS DE UMA JUNTA DE CONSTRUÇÃO OU RACHADURAS NA ESTRUTURA DE CONCRETO 	Água se acumulando atrás da estrutura devido à drenagem insuficiente ou drenos entupidos.	1. Pode causar a inclinação ou queda das paredes.. 2. Fluxo através do concreto pode conduzir a uma rápida deterioração por intemperismo. 3. Se o vertedouro está localizado no maciço, uma erosão rápida pode levar à ruptura da barragem.	1. Checar a área atrás da parede para identificar zonas saturadas. 2. Checar e limpar, se necessário, as saídas d'água e drenos internos. 3. Se a condição persistir, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar outras ações que devam ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
AUMENTO NO FLUXO E CARREAMENTO DE SEDIMENTOS NA SAÍDA DO DRENO 	Funcionamento impróprio do dreno por má execução ou deterioração da camada filtrante.	**Perigo** 1. Um aumento da velocidade do fluxo pode acelerar a erosão do solo atrás ou abaixo da estrutura. 2. Pode levar a ruptura das estruturas por descalçamento.	1. Monitorar a quantidade de fluxo e o carreamento de material. 2. Coletar amostras da água para comparar a turbidez. 3. Se a vazão ou a turbidez aumentar, um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e recomendar as ações que devam ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

8. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

8.1. CARACTERIZAÇÃO DOS NIVEIS DE SEGURANÇA E RISCO DE RUPTURA

Para definição dos níveis de segurança e risco foram considerados os possíveis desenvolvimentos da ruptura, conforme mostrado na Tabela 1. Nesta tabela também são apresentadas as principais características de cada nível de segurança.

Tabela 1 - Níveis de Segurança e Risco

NÍVEL 01
Foi detectada anomalia que resulte na pontuação máxima de 10 (dez) pontos em qualquer coluna do quadro d Quadro 3 – Matriz de Classificação Quanto a categoria de Risco (1.2 Estado de Conservação), do anexo V, ou seja, quando iniciada uma ISE e qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura; de acordo com a Portaria 70.389 de 17 de maio de 2017. Principais características: • Situação adversa, ainda controlável pelo empreendedor; • Segurança estrutural da barragem afetada, porém de maneira remediável; • Acionar a inspeção especial, estado de prontidão da barragem; • Fluxo de notificação interno e externo (CENAD e ANM).
NÍVEL 02
Quando a classificação do resultado das ações adotadas na anomalia no Nível 01 foi “não extinto”, de acordo com a definição do art. 1º do art 27 da Portaria 70.389 de 17 de maio de 2017; Principais características: • Situação adversa não extinta ou não controlada; • Segurança estrutural da barragem afetada;

- Estado de alerta na barragem;
- Fluxo de notificação interno e externo (CENAD e ANM).

NÍVEL 02- Continuação

- Estabelecer critérios para eventual evacuação;
- Fluxo de notificação interno e externo;
- Aviso ao setor de comunicação sobre mudança de nível de segurança.

NÍVEL 03

Situação de ruptura iminente ou ocorrendo

Principais características:

- Situação adversa inevitável ou estrutura em colapso;
- Segurança estrutural da barragem afetada de maneira severa e irreversível;
- Acidente inevitável ou estrutura em colapso;
- Estabelecer evacuação imediata da área e aviso às comunidades
- Estado de emergência na zona de auto-salvamento e nas possíveis áreas impactadas a jusante;
- Fluxo de notificação interno e externo (CENAD, ANM, além de todos os listados no FR-223).

8.2. NIVEIS DE EMERGÊNCIA – ACIONAMENTO PLANO DE EMERGÊNCIA.

O monitoramento da estrutura é realizado 24 horas na sala de controle que acompanha os instrumentos de monitoramento. A tabela a seguir apresenta o Acionamento Plano de Emergência para auxilio nas análises e desenvolvimento das ações para atendimento a emergência. A gestão do risco é feita pelo Coordenador do PAEBM.

Plano de Acção gatilho nível de um Operações	Operação normal	Indicadores iniciais de Preocupações	Gatilho Nível 1	Gatilho Nível 2	Gatilho Nível 3
RADAR	Radar sem deslocamento de área, no intervalo de 0 a 2,49 mm.	Radar acusar perto de deslocamento de área igual a 2,5 milímetros	Radar acusar 5 milímetros deslocamento de área com alarme	Radar acusar 8,0 milímetros deslocamento de área com alarme	Radar acusar 100,0 milímetros deslocamento de área com
MEDIDORES DE NÍVEL DE ÁGUA (MNA E PZ)	Nível da água operando com valores normais para a estrutura de acordo com o gráfico de risco geotécnico	Pequena elevação de um ou mais instrumentos sem atingir o nível 1 de acordo com a carta de risco geotécnica	Elevação do lençol freático levando o estado da barragem para "atenção" de acordo com a carta de risco, evidenciando a redução do fator de segurança.	Elevação da mesa de água que conduz ao estado da barragem de "alerta" de acordo com a carta de risco, evidenciando a elevada redução do coeficiente de segurança.	Elevação do lençol freático levando o estado da barragem para "crítico" de acordo com a carta de risco, evidenciando a enorme redução do fator de
SISMÓGRAFOS	Alerta sísmica com PPV (velocídade) 0,51 mm/s , em um sismógrafo.	Alerta sísmica com PPV (velocídade) 0,51 mm/s em 2 sismógrafo ao mesmo tempo.	Alerta sísmica comPPV (velocídade) 0,51 mm/s em 3 sismógrafo ao mesmo tempo.	Alerta sísmica com PPV (velocídade) 0,51 mm/s em 4 sismógrafo ao mesmo tempo.	Alerta sísmica com PPV (velocídade) 0,51 mm/s em 5 sismógrafo ao mesmo tempo.
INSPEÇÃO DRENO DE PÉ	Água sem turvação e com o fluxo contínuo, com mesmo volume dos últimos 15 dias.	Água sem turvação, mas com as alterações de fluxo (mais ou menos)	- água com baixo Tubidez - fluxo da água aumentar significativamente - O fluxo de água é superior a (indicando entupimento)	- Água com alta Tubidez - Fluxo de água aumentando significativamente com sedimentos	Erosão interna (sistema extravasor) evidenciada, com pequenas rupturas na saída drenos
INSPEÇÃO DRENO DIQUE DE PARTIDA	Água sem turvação e com o fluxo contínuo, com mesmo volume dos últimos 15 dias.	Água sem turvação, mas com as alterações de fluxo (mais ou menos)	- água com baixo Tubidez - fluxo da água aumentar significativamente - O fluxo de água é superior a (indicando entupimento)	- Água com alta Tubidez - Fluxo de água aumentando significativamente com sedimentos	Erosão interno (sistema extravasor) evidenciada, com pequenas rupturas na saída drenos
INSPEÇÃO DE CAMPO - VISUAL	Inspeção campo de pontuação entre 0 e 4 pontos	Anomalia que resulta em pontuação de 5 à 10 pontos.	Anomalia que resulta em uma pontuação máxima de 10 pontos. Situação ainda controlável com estrutura afetada, mas remediável.	Nível 1 anomalias não extintas ou descontrolada segurança, estrutural afetados. Barragem no estado de alerta. Estabelecer critérios de evacuação.	Situação inevitável adverso ou estrutura desmoronada, segurança afetado, acidente inevitável. Situação de ruptura iminent (evacuação).
Áreas Afetadas	Ação / Responsável	Ação / Responsável	Ação / Responsável	Ação / Responsável	Ação / Responsável
PAEBM	-Vigilância de acordo com o manual da Empresa ou OMS	-Aumento de Vigilância -Contato o Engenheiro de Resgistro para discutir o alerta e os dados existentes. -Verifique para possíveis condições futuras que possam piorar a situação. Discuta soluções de engenharia conceitual . Execute soluções operacionais pequenas.	Vigilância Aumentada- Verifique soluções que resolvão a situação no curto prazo. Monitorar a mitigação do evento -Verifique possíveis condições futuras que possam piorar a situação. Discuta soluções de engenharia executivos .	Vigilância Aumentada - Pare de toda a operações da mina - Verifique soluções que resolvão a situação no curto prazo. - Monitorar a mitigação evento -Verifique possíveis condições futuras que possam piorar a situação. Discuta soluções de engenharia executiva . - Ative o EAP	-Acione o Plano de Ação Emergêncial - Parar todas as Operações -Evacue a área de Dam Break (área de inundação)
Sala de controle	Controlador	Notificar Geotecnico e Coordenador do TSF	Notificar Geotecnico e Coordenador do TSF	Notificar Geotecnico e Coordenador do TSF	Notificar Geotecnico e Coordenador do TSF, Ative as sirenes de emergência
Técnico geotécnia	Controlador	Notificar Coordenador TSF	Notificar Coordenador TSF	Notificar Coordenador TSF	Evacuar a equipe operacional
TSF Coodernador (Pessoa Técnico)	Controlador	Notificar Engenheiro de Registro	Acionamento do Plano de Nível de emergência 1 Notificar Engenheiro de Registro. Verifique para soluções técnicas / operacionais	Acionamento do Plano de Nível de Emergência 2 Notificar Engenheiro de Registro, Gerente, Gerente Geral e Agência Mining Verifique para soluções técnicas / operacionais	Ative o Plano de Emergência Nível 3 Notificar Gerentes, Gerentes Gerais e Agência Mineração.
Gerente Mina	Nenhuma ação é requerida	Nenhuma ação é requerida	Nenhuma ação é requerida	Ative Pessoal de Resposta de Emergência	Ative Pessoal de Resposta de Emergência
Gerente de Saúde e Segurança	Nenhuma ação é requerida	Nenhuma ação é requerida	Nenhuma ação é requerida	Activar Gestão de Crises.	Ativar Gerenciamento de Crises e Plano de Emergência e
Mina Gerente Geral	Nenhuma ação é requerida	Nenhuma ação é requerida	Nenhuma ação é requerida	Notificar Gestão Corporativa	Notificar Gestão e Apoio Empresarial (Legal,

8.3 CLASSIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Com a identificação de alguma anormalidade, esta deve ser averiguada por um técnico em geotecnia (Equipe de operação da Barragem) capaz de determinar a situação de emergência com propriedade.

Após esta ação, qualquer avaliação do risco deve ser validada pelo responsável pela barragem e pelo coordenador do PAEBM, exceto quando a barragem estiver submetida a adversidades extremas (galgamentos, deslizamento de grandes volumes, fluxo intenso pelo maciço) que evidenciem uma ruptura iminente ou em andamento.

Fica registrado que para eventos Nível 3 onde pode ocorrer a ruptura eminente da estrutura o técnico da sala de controle tem total autonomia para acionamento das sirenes de emergência, e com isso, consequentemente iniciando o Plano de Atendimento a Emergência.

8.4 AÇÕES ESPERADAS SEGUNDO CADA NÍVEL DE SEGURANÇA

Na Figura 2, Figura 3 e Figura 4 são apresentadas as ações emergenciais esperadas para cada nível de segurança e risco.

É importante notar que em todos os níveis a área de Comunicação deverá ser noticiada e envolvida, de modo que possa sugerir ações em tempo hábil.

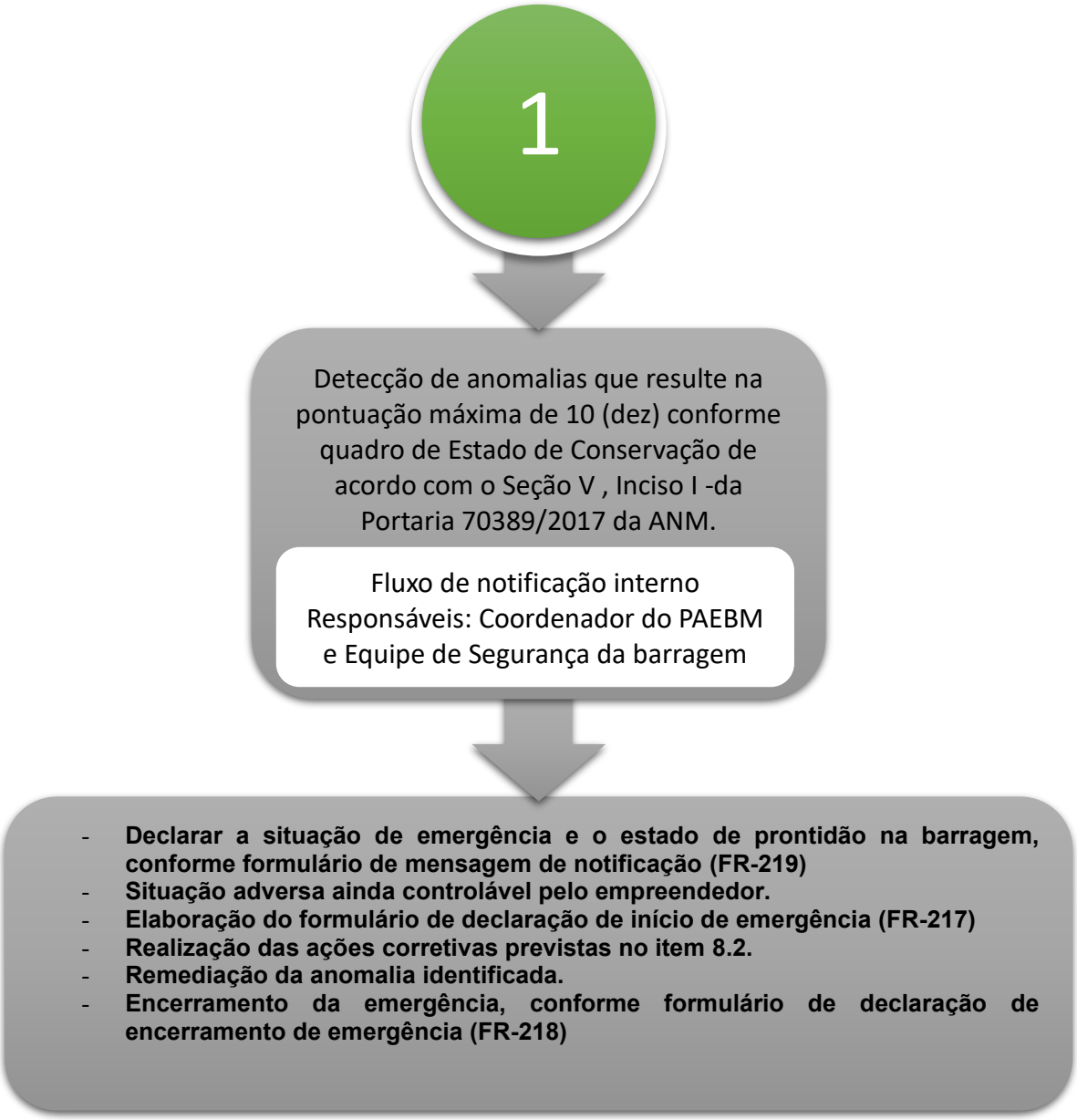


Figura 2 – Ações esperadas para o Nível de Segurança 01

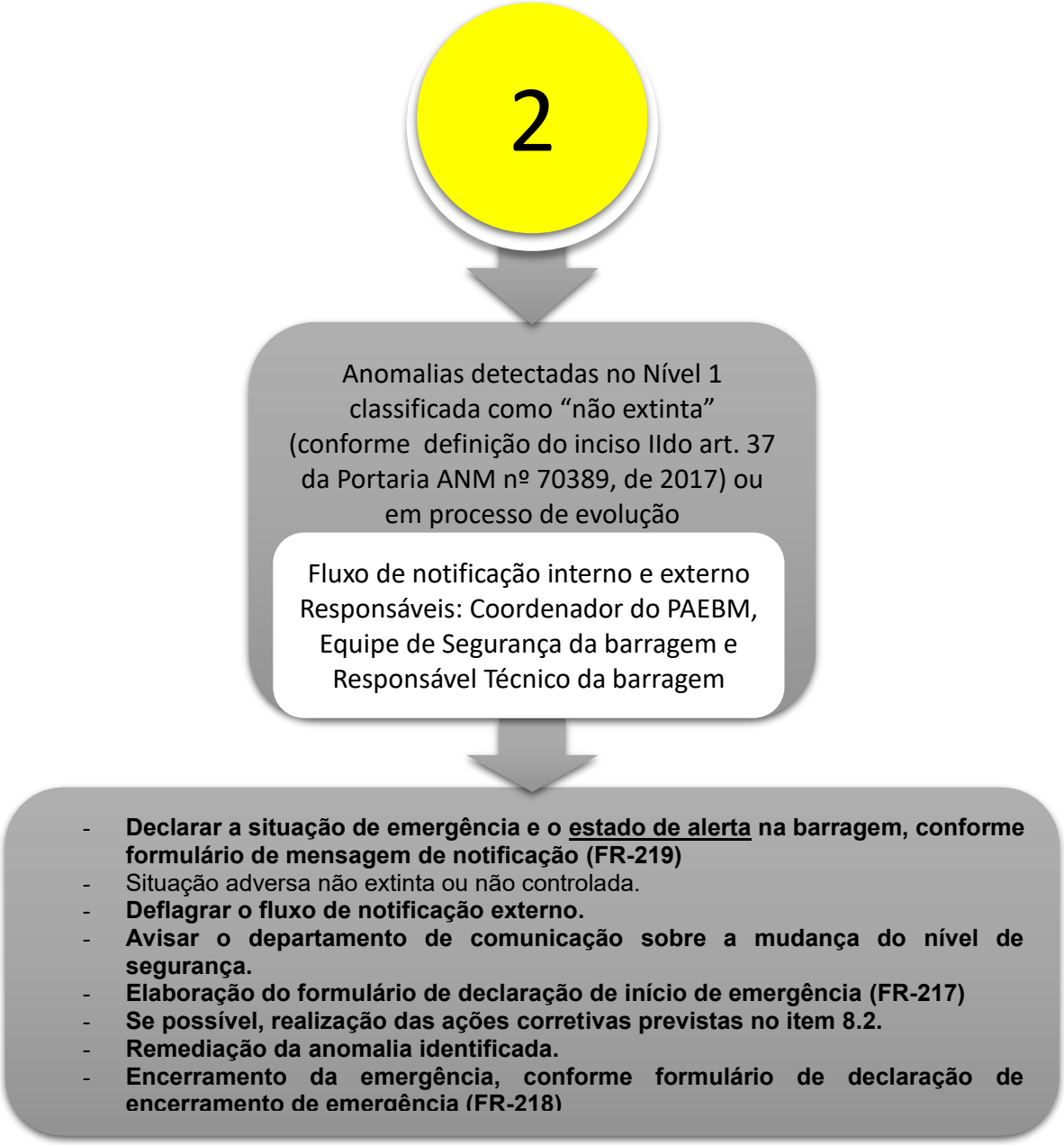


Figura 3 - Ações esperadas para o Nível de Segurança 02

Figura 4 - Ações esperadas para o Nível de Segurança 03

8.3. FLUXO DAS NOTIFICAÇÕES

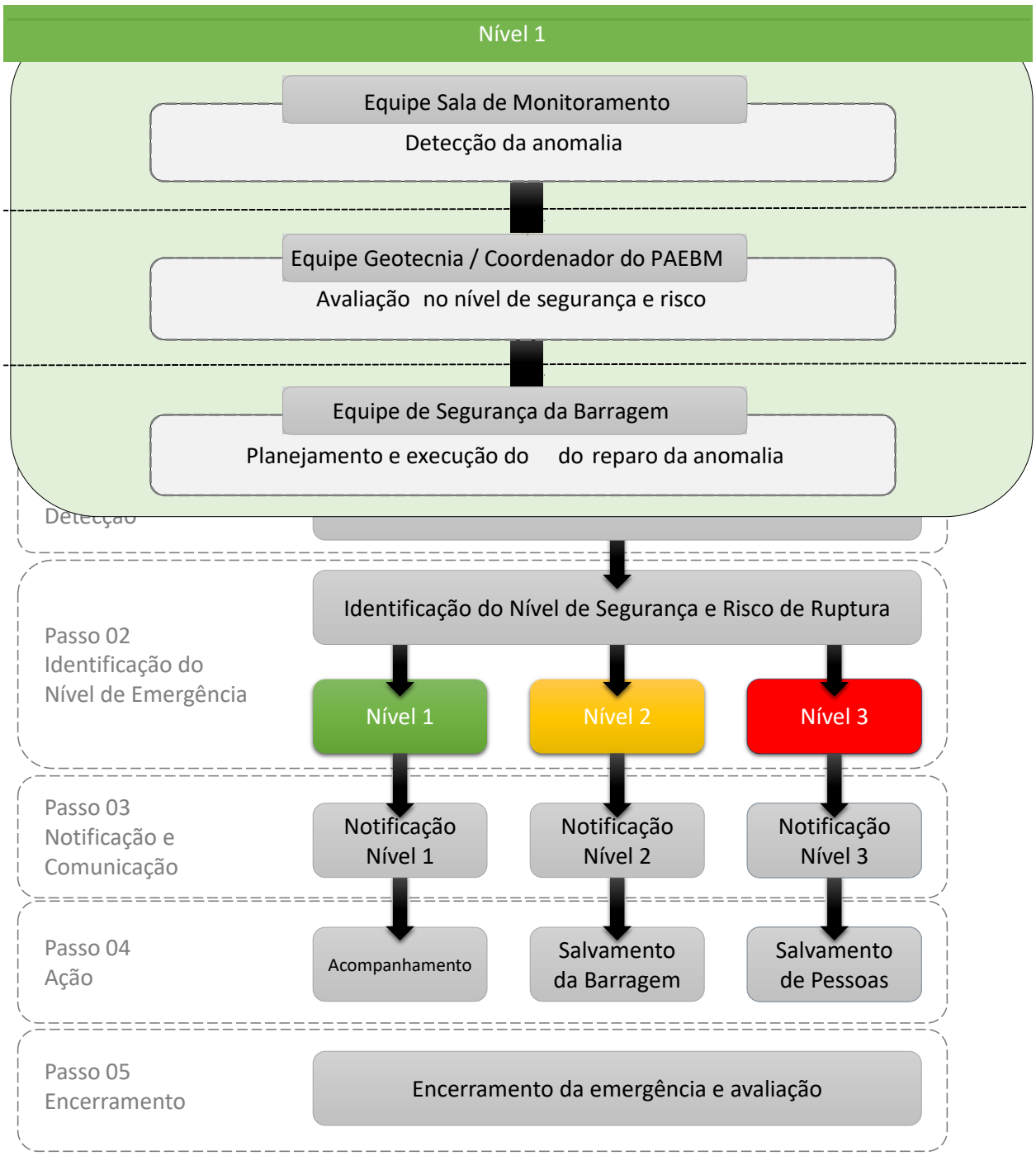


Figura 5 - Fluxo de notificações dos 03 níveis

Na Figura 6, Figura 7 e Figura 8 são apresentadas, respectivamente e em detalhe, os fluxos de notificações dos 03 níveis de emergência.

Figura 6 - Nível de Emergência 1 - Fluxo de notificações

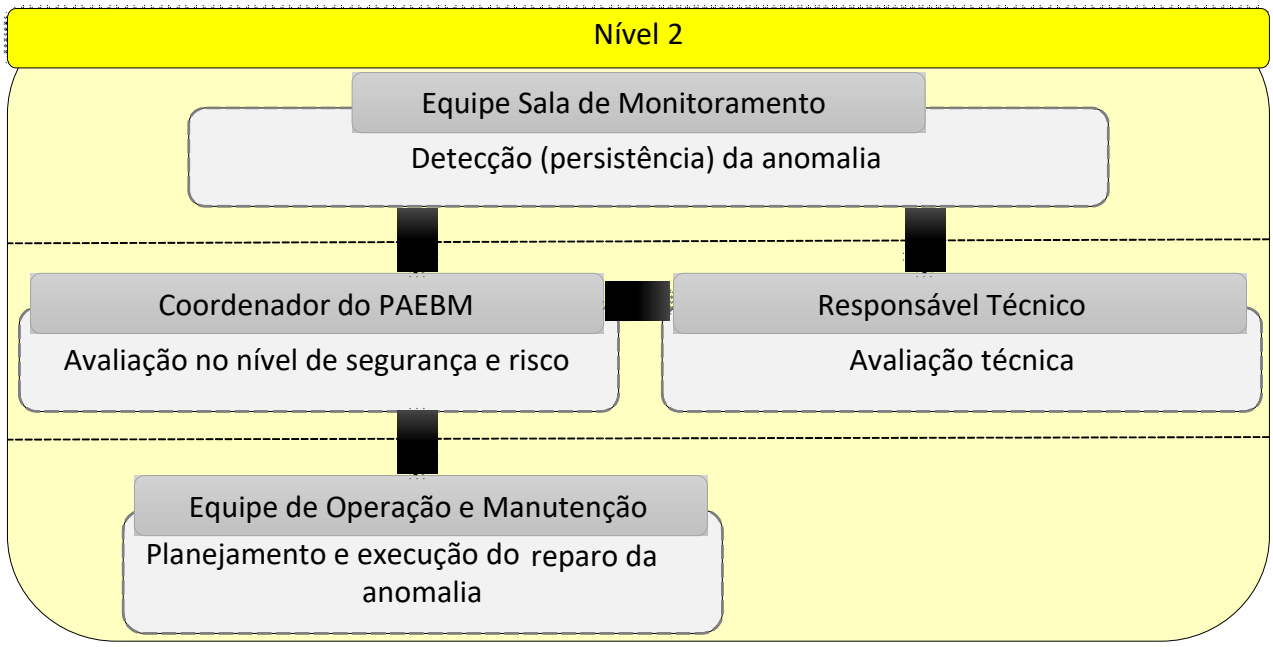


Figura 7 - Nível de Emergência 2 - Fluxo de notificações

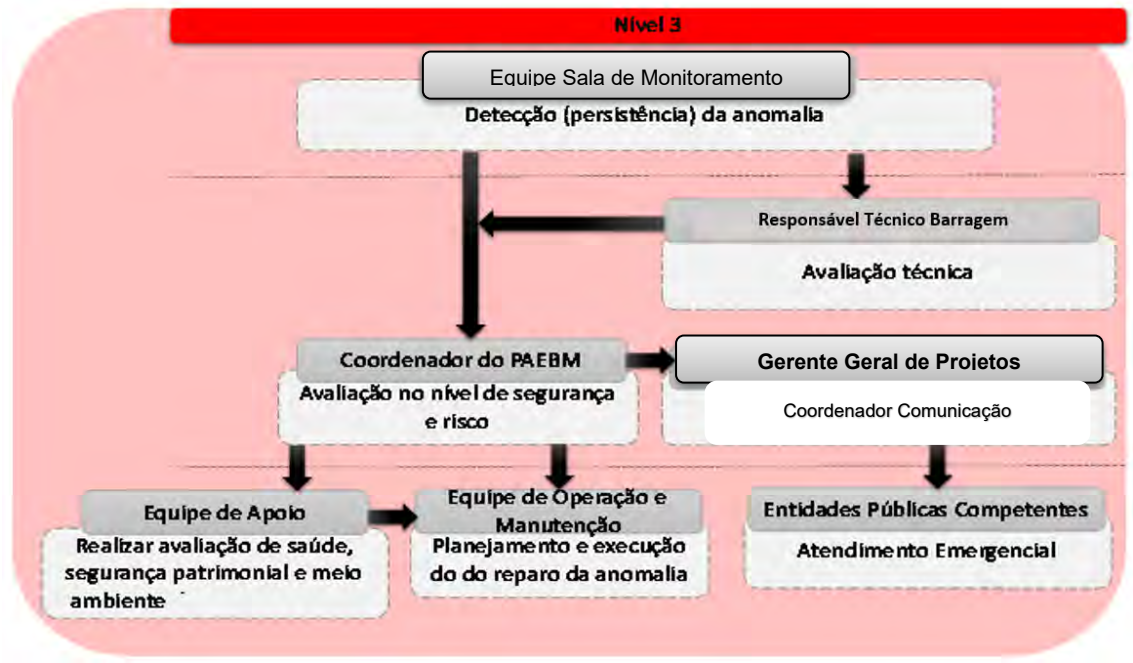


Figura 8 - Nível de Emergência 3 - Fluxo de notificações

9. FLUXOGRAMA E PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO EMERGENCIAL

Após a detecção da situação de emergência pela Equipe de Monitoramento da Barragem Córrego Fundo, deve-se acionar a Equipe Geotécnica e o Coordenador do PAEBM. Estes profissionais devem estar em contato direto e permanente com os profissionais que executarão as análises técnicas e serviços de reparo. Os profissionais deverão se localizar em área de livre acesso, longe das áreas susceptíveis a inundação e próximas de sistemas de evacuação como pistas de pouso e helipontos. O local deve possuir sistemas de comunicação, tais como sinal de celular e rádio-comunicador. Neste local serão tomadas as decisões referentes às emergências da barragem.

Os itens deste capítulo definem como deve ser o fluxo de comunicação e de difusão das informações, de acordo com os níveis emergenciais. Quando elas ocorrerem, os integrantes do PAEBM poderão ser acionados em qualquer horário, inclusive em finais de semana e feriados. Em caso de ausência de um dos integrantes, o mesmo deverá

indicar um substituto imediato, sendo que o mesmo deve estar apto a exercer a função para a qual foi designado.

A figura 9 mostra o fluxograma detalhado de ações e notificação em caso de algum evento anômalo envolvendo a Barragem de Rejeitos.

A comunicação entre a equipe da Sala de Monitoramento da Barragem será feita prioritariamente por telefone. Caso alguma anomalia mais séria seja detectada, necessitando de ações urgentes, um rádio comunicador será utilizado com redundância, para que não ocorra falha na comunicação.

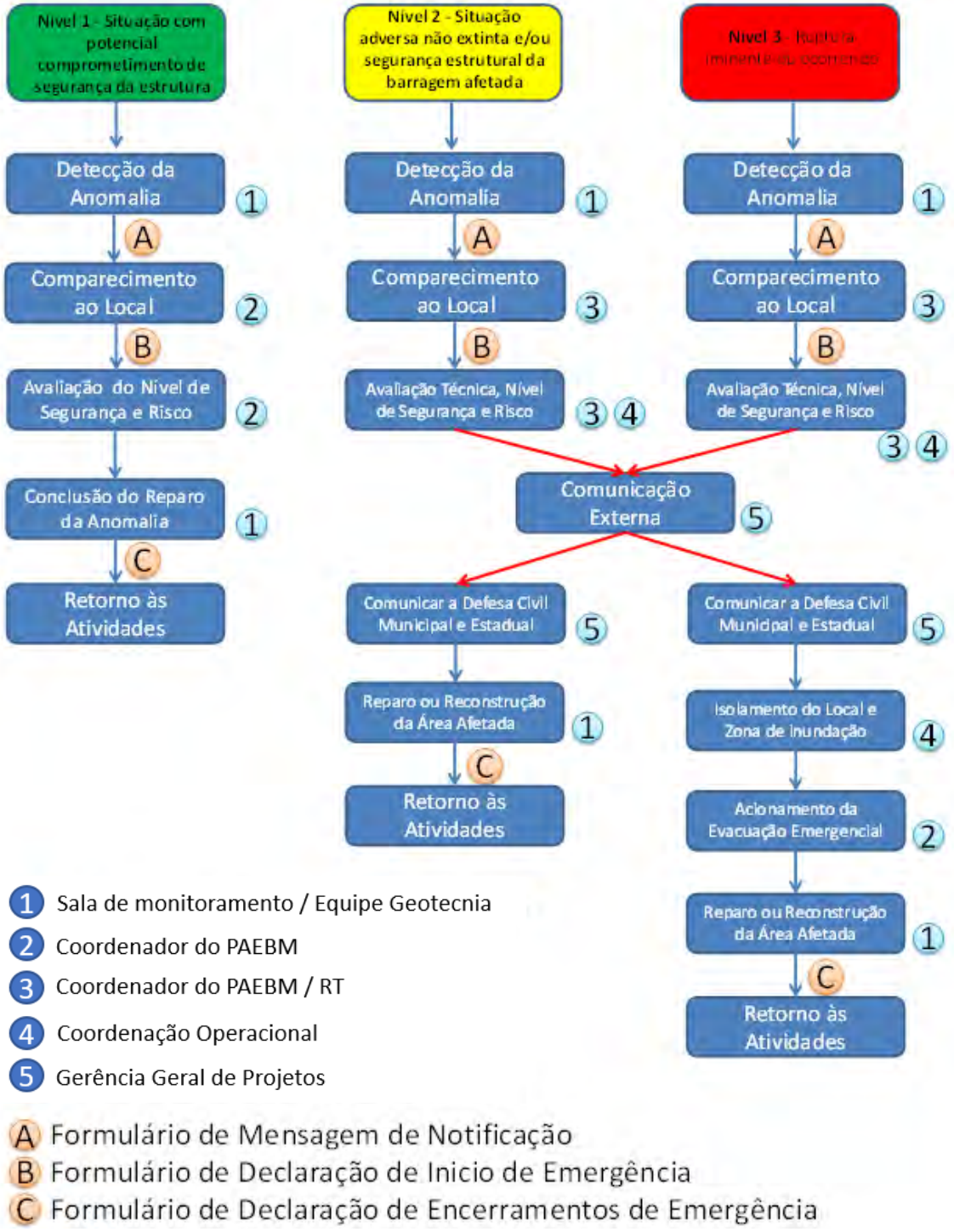


Figura 9 Fluxograma Detalhado de Ações e Notificações em Situações de Emergência.

Ressalta-se que para situações de emergência de nível 3 (ruptura iminente ou ocorrendo) deve-se indicar um representante para repassar os dados para a imprensa, evitando assim que ocorra distorções do fato sucedido. A transparência em caso de um acidente é vista como ponto positivo pela mídia, ao contrário de quando se assume um estilo preservativo, tentando esconder os fatos. Os funcionários devem ser orientados a centralizar o processo de comunicação externo nos profissionais previamente definidos.

10. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAEBM

Nesta seção são apresentadas as responsabilidades gerais no PAEBM, com destaque para aquelas relativas à ArcelorMittal, ao Coordenador do PAEBM, à Equipe de Monitoramento e à Equipe de Apoio.

O Coordenador Geral do PAEBM ou seu substituto será responsável pelas ações em situações de emergências previstas no fluxograma da tabela 6, assim como a classificação do nível de risco. Em caso de emergências nível 1, 2 e 3 serão feitas notificações internas, sendo as externas somente necessárias em caso de emergências nível 2 e 3.

É de responsabilidade do Coordenador do PAEBM aplicar ou designar responsável pelo treinamento de capacitação deste procedimento, cabendo aplicação a todos os empregados próprios e terceiros da unidade.

Quando for ocorrer uma notificação externa ela deverá ser feita pelo Coordenador do PAEBM aos órgãos competentes como:

Âmbito Nacional

- Secretaria nacional de defesa civil federal
- Departamento de minimização de desastres
- Agência Nacional de Mineração - ANM
- Departamento de reconstrução e reabilitação
- Ibama
- Centro nacional de gerenciamento de riscos e desastres – CENAD

Âmbito Estadual

- Coordenação estadual da defesa civil
- Fundação estadual de meio ambiente - FEAM
- Núcleo de emergência ambiental - NEA

Âmbito Municipal

- Defesa civil municipal
- Corpo de bombeiros
- Hospital

Âmbito Entidades

- Arteris – Concessionária BR-381.
- Copasa

Os contatos das entidades a serem acionadas, bem como seus representa são apresentados no Apêndice 13.

10.1. ATIVIDADES QUE CABEM AO EMPREENDEDOR

A ArcelorMittal tem as seguintes responsabilidades, através do seu Gerente Geral Serviços Técnicos:

- Providenciar a elaboração do PAEBM, incluindo o estudo de inundação considerando uma ruptura hipotética (*dam break*) da barragem Córrego Fundo;
- Assegurar os recursos para implantação do PAEBM;
- Disponibilizar informações, de ordem técnica, necessárias para que a defesa civil promova treinamentos e simulações de situações de emergência, em conjunto com a prefeitura e demais instituições indicadas pelo governo municipal, devendo manter registros destas atividades no volume v do PSB, além de estar disponível para eventual atuação em conjunto com os órgãos citados, quando solicitado formalmente;

- Promover treinamentos internos sobre o PAEBM, envolvendo a equipe de segurança e os demais empregados da mina, devendo manter registros destas atividades no volume V do PSB;
- Designar formalmente um coordenador e seu substituto para executar as ações descritas no PAEBM;
- Possuir equipe capaz de detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de emergência;
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAEBM;
- Executar as ações previstas no fluxograma de ação e notificação;
- Alertar a população potencialmente afetada na zona de auto salvamento
- Notificar a defesa civil estadual, municipal e nacional, a prefeitura e a ANM em caso de situação de emergência;
- Emitir declaração de encerramento da emergência;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência, com a ciência do responsável legal da barragem e da defesa civil.

10.2. ATIVIDADES QUE CABEM AO COORDENADOR DO PAEBM

O coordenador do PAEBM da Barragem de Rejeitos possui as seguintes responsabilidades:

- Ter conhecimento de todo o conteúdo do PAEBM, principalmente do fluxo de notificações;
- Assegurar a divulgação do PAEBM e o seu conhecimento por parte de todos os envolvidos com as operações da barragem;
- Desenvolver e ter conhecimento dos procedimentos operacionais do PAEBM;
- Avaliar juntamente com a equipe técnica a gravidade da situação de emergência detectada;
- Acompanhar todas as ações realizadas em caso de situação de emergência e verificar se os procedimentos foram seguidos;
- Executar as notificações previstas no fluxograma de notificações;
- Elaborar a declaração de encerramento da emergência.

- Detectar as ações de emergência e classificá-las de acordo com os níveis de alerta;
- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência.
- Liberar os recursos financeiros necessários ao atendimento da situação de emergência;
- Intervir, quando necessário, no controle da situação de emergência;
- Assegurar que as medidas de segurança apropriadas sejam implantadas;
- Atualizar constantemente os nomes e os números de telefones das pessoas envolvidas no PAEBM;
- Promover treinamentos internos acerca do PAEBM, envolvendo a equipe de segurança e os demais empregados da mina, devendo manter registros destas atividades.
- Estar disponível durante 24h diárias através de comunicação remota (celular, e-mails, etc.) para analisar a qualquer momento possíveis incidentes relacionados à barragem de rejeitos.

10.3. ATIVIDADES QUE CABEM A EQUIPE DE MONITORAMENTO – SALA DE CONTROLE.

A equipe de monitoramento da barragem, que tem atividade 24 horas escala (6 x 2) tem as seguintes responsabilidades:

- Realizar o monitoramento 24 horas dos instrumentos automatizados, relatando qualquer anormalidade seja em livro de inspeções, meio eletrônico ou com a equipe de geotecnia.
- Realizar inspeções de campo diariamente, via drone ou em campo para analise geotécnica da estrutura.
- Realizar leitura de instrumentos de on-line full time;
- Analisar resultados de inspeção e monitoramento da estrutura;
- Manter a equipe de Geotecnia ciente de possíveis eventos na estrutura, acompanhados no monitoramento;

- Manter o coordenador do PAEBM ciente das alterações evidenciadas e não controladas;

10.4. ATIVIDADES QUE CABEM A EQUIPE GEOTÉCNICA E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM

A Equipe de Operação e Manutenção da Barragem de Rejeitos possui as seguintes responsabilidades:

- Realizar as inspeções periódicas preenchendo o *checklist* apresentado no volume III do plano de segurança da barragem (PSB);
- Realizar as leituras dos instrumentos de monitoramento (medidores de nível de água, piezômetros, medidor de vazão e marcos topográficos) registrando conforme planilhas modelo apresentadas no volume III do PSB;
- Analisar os resultados da inspeção periódica e das leituras dos instrumentos de monitoramento, verificando a existência de alguma anomalia;
- Em caso de leituras divergentes quando comparadas às últimas campanhas realizadas, providenciar nova campanha a fim de verificar se houve algum equívoco;
- Emitir relatórios periódicos mediante as inspeções e monitoramento, conforme previsto na PSB;
- Executar a manutenção preventiva do maciço da barragem;
- Informar ao coordenador do PAEBM qualquer anomalia observada em campo;
- Em situações de emergência, planejar juntamente com o coordenador do PAEBM as intervenções necessárias;
- Em situações de emergência, executar as intervenções (obras) necessárias considerando os equipamentos disponíveis na mina, e caso necessário, mobilizar equipamentos externos;
- Sempre que necessário, deverá requerer auxílio das equipes de meio ambiente, operação, manutenção da planta de beneficiamento de minério, infraestrutura e manutenção civil;
- Manter o coordenador do PAEBM ciente da evolução das intervenções, quando necessárias;

- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência.

10.5. ATIVIDADES QUE CABEM A EQUIPE DE APOIO

A Equipe de Apoio da Barragem de Rejeitos possui as seguintes responsabilidades:

- Executar as notificações previstas no fluxograma de comunicações, caso solicitado pelo coordenador do PAEBM;
- Declarar situação de emergência, oficializando a emergência no âmbito da empresa e dos órgãos interessados, caso solicitado pelo coordenador do PAEBM;
- Notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência, caso solicitado pelo coordenador do PAEBM;
- Monitorar saúde e segurança dos colaboradores da ArcelorMittal e comunidades afetadas;
- Avaliar a magnitude do impacto ambiental;
- Providenciar a avaliação de danos à flora e à fauna, buscando sua recuperação e reabilitação;
- Auxiliar na coordenação de todas as ações estabelecidas na área de abrangência deste PAEBM, durante a situação de emergência;
- Dar apoio ao corpo de bombeiros e à defesa civil.
- Evacuar a população potencialmente afetada na zona de auto salvamento, juntamente com a defesa civil e corpo de bombeiros, em caso de ruptura iminente;
- Realizar as inspeções periódicas visando identificar situações que requeiram ações rotineiras ou emergenciais. Sempre que necessário, deverá requerer auxílio das áreas de geotecnia, meio ambiente, operação, manutenção da planta de beneficiamento de minério, infraestrutura e manutenção civil.

11. PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL E EVACUAÇÃO

11.1 AÇÕES DE PROTEÇÃO A COMUNIDADE

Este capitulo foi adicionado ao PAEBM em acordo ao Oficio 02-2019 GMC/CEDEC de 26 de junho de 2019 que solicita a inclusão do plano de atendimento a emergências que está previsto no Art. 31, § 1º da Portaria 70.389 de maio de 2017 e Art. 9 § 1º da lei 23,291/19, além das exigências já prevista na legislação vigente que dispõe sobre o PAEBM.

11.2 FLUXO DE COMUNIAÇÃO E LISTA DE CONTATOS:

Como já apresentado nos capítulos anteriores o fluxo de comunicação é iniciado a partir do momento que a equipe da Sala de Monitoramento e identifica a anomalia a partir dos instrumentos de monitoramento ou inspeções de campo que são realizadas diariamente.

Após a detecção da situação de emergência pela Equipe de Monitoramento da Barragem Córrego Fundo de propriedade da ArcelorMittal, deve-se acionar a Equipe de Geotécnia e o Coordenador do PAEBM. Estes profissionais devem estar em contato direto e permanente com os profissionais que executarão as análises técnicas e serviços de reparo e os envolvidos no plano de evacuação, se necessário. Os profissionais que farão as análises a estarão envolvidos no tratamento das emergências deverão se localizar em área de livre acesso, longe das áreas susceptíveis a inundação e respeitando as orientações a respeito da rota de fuga.

O local deve possuir sistemas de comunicação, tais como sinal de celular e radio comunicador. Neste local serão tomadas as decisões referentes às emergências da barragem e o fluxo de comunicação deve ser controlado.

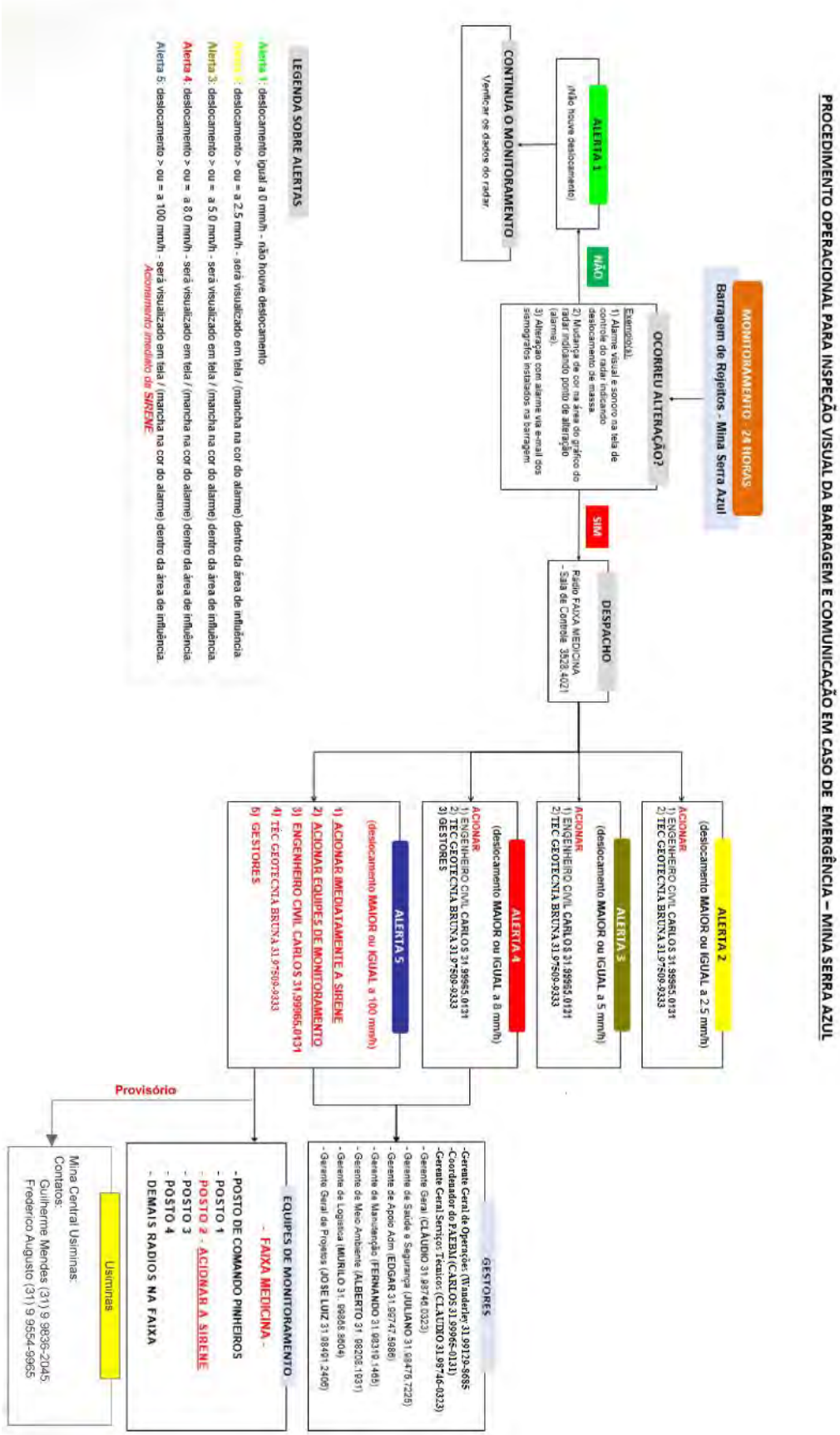
Os itens deste capítulo definem como deve ser o fluxo de comunicação e de difusão das informações, de acordo com os níveis emergenciais. Quando elas ocorrerem, os integrantes do PAEBM poderão ser acionados em qualquer horário, inclusive em finais de semana e feriados. Em caso de ausência de um dos integrantes, o mesmo deverá

indicar um substituto imediato, sendo que o mesmo deve estar apto a exercer a função para a qual foi designado.

A figura 11.1 apresenta o fluxograma detalhado de ações e notificação em caso de algum evento anômalo envolvendo a Barragem de Rejeitos.

A comunicação entre a equipe da Sala de Monitoramento da Barragem será feita prioritariamente por telefone. Caso alguma anomalia mais séria seja detectada, necessitando de ações urgentes, um rádio comunicador será utilizado com redundância, para que não ocorra falha na comunicação.

No FR-223 apresentamos a lista de contatos para comunicação, seja interno ou externo.


PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA INSPEÇÃO VISUAL DA BARRAGEM E COMUNICAÇÃO EM CASO DE EMERGÊNCIA – MINA SERRA AZUL
MONITORAMENTO - 24 HORAS
Barragem de Rejeitos - Mina Serra Azul
OCORREU ALTERAÇÃO?
Exemplo(s):
1) Alarme visual e sonoro na tela de controle do radar indicando deslocamento de massa.
2) Mudança de cor na área do gráfico do radar indicando ponto de alteração (alarme).
3) Alteração com alarme via e-mail dos sismográfos instalados na barragem
NÃO
ALERTA 1
(Não houve deslocamento)
CONTINUA O MONITORAMENTO
Verificar os dados do radar
SIM
DESPACHO
Rádio FAIXA MEDICINA
- Sala de Controle 3528 4021
ALERTA 2
(deslocamento MAIOR ou IGUAL a 2,5 mm/h)
ACIONAR
1) ENGENHEIRO CIVIL CARLOS 31.99965.0131
2) TEC GEOTECNIA BRUNA 31.97509-9333
ALERTA 3
(deslocamento MAIOR ou IGUAL a 5 mm/h)
ACIONAR
1) ENGENHEIRO CIVIL CARLOS 31.99965.0131
2) TEC GEOTECNIA BRUNA 31.97509-9333
ALERTA 4
(deslocamento MAIOR ou IGUAL a 8 mm/h)
ACIONAR
1) ENGENHEIRO CIVIL CARLOS 31.99965.0131
2) TEC GEOTECNIA BRUNA 31.97509-9333
3) GESTORES
ALERTA 5
(deslocamento MAIOR ou IGUAL a 100 mm/h)
1) ACIONAR IMEDIATAMENTE A SIRENE
2) ACIONAR EQUIPES DE MONITORAMENTO
3) ENGENHEIRO CIVIL CARLOS 31.99965.0131
4) TEC GEOTECNIA BRUNA 31.97509-9333
5) GESTORES
LEGENDA SOBRE ALERTAS
Alerta 1: deslocamento igual a 0 mm/h - não houve deslocamento
Alerta 2: deslocamento > ou = a 2,5 mm/h - será visualizado em tela / (mancha na cor do alarme) dentro da área de influência
Alerta 3: deslocamento > ou = a 5,0 mm/h - será visualizado em tela / (mancha na cor do alarme) dentro da área de influência.
Alerta 4: deslocamento > ou = a 8,0 mm/h - será visualizado em tela / (mancha na cor do alarme) dentro da área de influência.
Alerta 5: deslocamento > ou = a 100 mm/h - será visualizado em tela / (mancha na cor do alarme) dentro da área de influência.
Acionamento imediato da SIRENE
GESTORES
-Gerente Geral de Operações: (Wanderley 31.99129-6685
-Coordenador do P.A.E.B.M (CARLOS 31.99965-0131)
-Gerente Geral Serviços Técnicos: (CLAUDIO 31.98746-0323)
- Gerente Geral (CLÁUDIO 31.98746.0323)
- Gerente de Saúde e Segurança (JULIANO 31.98476.7225)
- Gerente de Apoio Adm (EDGAR 31.98747.5886)
- Gerente de Manutenção (FERNANDO 31.98319.1465)
- Gerente de Meio Ambiente (ALBERTO 31.98208.1931)
- Gerente de Logística (MURILO 31.98848.8604)
- Gerente Geral de Projetos (JOSÉ LUIZ 31.98401.2408)
EQUIPES DE MONITORAMENTO
- FAIXA MEDICINA -
- POSTO DE COMANDO PINHEIROS
- POSTO 1
- POSTO 2 - ACIONAR A SIRENE
- POSTO 3
- POSTO 4
- DEMAIS RADIOS NA FAIXA
Provisório
Usiminas
Mina Central Usiminas:
Contatos:
Guilherme Mendes (31) 9 9836-2045
Frederico Augusto (31) 9 9554-9965

11.3 TABELA PARA OS NIVEIS DE ALERTA E DECISÃO:

Opera-se 24 horas da sala de controle somada as implantações efetuadas pela ArcelorMittal no contexto da melhoria continua para contribuir para as ações de mitigação ao risco e operação segura, siga o apresentado na tabela a seguir:

Considera-se para o monitoramento:

A) INSPEÇÕES VISUAL DE CAMPO:
B) MONITORAMENTO DE SISMOGRAFOS:
C) MONITORAMENTO DE INSTRUMENTOS ON-LINE:
D) RADAR:
E) DADOS DE CAMPO:
F) CÂMERA DE VIGILÂNCIA 24 HORAS:

Os gatilhos (alertas) para cada um dos itens de monitoramento apresentado são apresentados na tabela a seguir. Os técnicos da sala de controle receberam treinamento teórico e prático para interpretação e resposta rápida a um ou mais desvios para o pronto acionamento do Plano de Emergência.

11.4 SALA DE MONITORAMENTO:

Regime de operação 24 horas com escala de turno 6 x 2 com dois Geotécnicos em cada turno. A sala é equipada com:

- 2 UNIDADES – TV 50” COM OS DADOS DE:
- SINAL DE RADAR – EM TEMPO REAL.
- SINAL DE GEOFONES – EM TEMPO REAL (NA BARRAGEM).
- SINAL DE GEOFONES – EM TEMPO REAL (NA MINA – CONTROLE DE DETONAÇAO)
- SINAL DE MEDIDORES DE NÍVEL D’AGUA EM TEMPO REAL
- SINAL DE CÂMERA DE VÍDEO VIGILÂNCIA.
- ESTAÇÃO DE TRABALHO PARA 2 COLABORADORES;
- SISTEMA DE ACIONAMENTO DE SIRENES E COORDENADAS DOS EQUIPAMENTOS NO CAMPO;

A figura 11.2 e 11.3 apresentam a estrutura implantada para Sala de Monitoramento:

Figura 11.2 – Sala de Monitoramento

Figura 11.3 – Painel Acionamento Sirene

		COORDENDAS	
Item	Descrição	X	Y
Sirene	S.A	562985,72	7773508,57
Sirene	2	563398	7771431
Sirene	9	564226	7770165
Sirene	3	565161.93	7769811.42

Tabela 11.1 – Dados e coordenadas para cada sistema de alerta.

11.4 PLANO OPERACIONAL DE EVACUAÇÃO:

A ArcelorMittal contratou no ano de 2016 uma empresa de consultoria especializada para realizar o cadastramento de todas as residências e famílias que estavam dentro da área da mancha de inundação.

Na tabela 11.2 apresentamos o número famílias e pessoas com risco potencial considerando a ZAS do Dam break ArcelorMittal de 2015 que foi elaborado pela Geomil e a ZAS do Dam Break ArcelorMittal de 2019 elaborado pela KCB.

NÚMERO POTENCIAL DE MORADIAS E FAMILIAS AFETAS

Total de Famílias e Pessoas Atingidas ZAS 1	Total
Famílias	121
Pessoas	385

Total de Famílias e Pessoas Atingidas ZAS 2	Total
Famílias	24
Pessoas	81

Total	
Famílias	145
Pessoas	466

Tabela 11.2 – Painel Acionamento Sirene

A ArcelorMittal realizou o cadastramento de todas as famílias que estão dentro da ZAS, a tabela 11.3 no anexo 01 deste documento apresenta dos dados de campo atualizados em 2019.

11.5 REALOJAMENTO DE FAMILIAS DENTRO DA ZAS:

O PAEBM da Mina de Serra Azul, pertencente a ArcelorMittal prevê entre outras ações entrevista com as famílias que residem dentro da ZAS para melhor atendimento a necessidade de cada pessoa e família.

Entre as opções estão:

- Realojamento temporário em casa de familiar, até que a nova residência esteja preparada;
- Realojamento diretamente em hotel da região, com todos os custos de estadia por conta da ArcelorMittal Mineração Brasil.
- A seguir apresentamos os locais par a realojamento temporário.
- Como o PAEBM da ArcelorMittal Mineração Brasil foi acionado em fevereiro de 2019, apresentamos a tabela com os dados das famílias e os locais de realojamento definitivo.
- Os custos com a locação e manutenção do imóvel são de responsabilidade da ArcelorMittal;

- **11.6 DADOS ANEXO 01:**

O anexo 01 deste documento apresenta o cadastro da comunidade dentro da ZAS, respeitando a seguintes descrições:

- Cadastramento de famílias dentro da ZAS;
- Realojamento de Famílias: *em caso de acionamento do plano de emergência;*
- Cadastramento de Pessoas com dificuldade de audição;
- Cadastramento de Pessoas com dificuldade de locomoção;
- Cadastramento de Pessoas com dificuldade Mental;

12. ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA (DAM BREAK)

12.1. INTRODUÇÃO AO ESTUDO.

O rompimento de uma barragem é um evento que pode ocorrer devido a diferentes causas, sendo uma fonte de risco potencial para a população, instalações e ambiente posicionado a jusante de qualquer barragem, não podendo em nenhuma hipótese ser desconsiderado. Evidentemente a empresa deve empreender todos os esforços para evitar que um rompimento de barragem ocorra, mas, caso ocorra, deve estar preparada para tal evento.

Neste sentido o presente relatório descreve, de forma objetiva, os critérios para determinação das áreas afetadas por rompimento hipotético da barragem do empreendimento da ArcelorMittal Brasil S/A, mina de Serra Azul, inserida nos critérios definidos pela Portaria ANM nº 526 de 09 de dezembro de 2013.

"O Plano de Segurança de Barragem deverá incluir o Volume V, referente ao Plano de Ação de Emergência, quando se tratar de barragens com Dano Potencial Associado Alto, ou, em qualquer caso, a critério da ANM;"

O presente estudo considerou o analise de fluido não-newtoniano e a análise de *Dam Break* espera-se obter as seguintes informações para uma avaliação das consequências do rompimento de uma barragem (em conformidade com as recomendações do comitê internacional de grandes barragens (GICB-ICOLD):

- Áreas inundadas;
- Cotas máximas;
- Velocidades máximas em cada ponto;
- Tempo de chegada da onda e
- Hidrograma de cheia.

Enquanto os três primeiros itens são fundamentais para avaliação das áreas afetadas e correta classificação do risco da barragem, a determinação do tempo de chegada da onda é utilizada para a formulação de planos de evacuação, e o conhecimento do hidrograma de cheia é importante para avaliar o efeito sobre reservatórios à jusante.

Trata-se de ferramentas, portanto, fundamentais para o fornecimento de dados aos gestores de emergência e outros tomadores de decisão para melhor planejar e responder rápida e eficazmente a este evento.

O escoamento a jusante da barragem pode, dependendo das características do hidrograma de ruptura, topografia e das condições iniciais das drenagens a jusante, desenvolver uma frente de onda bastante abrupta. Existindo energia suficiente à frente de onda pode tornar-se cada vez mais abrupta, rompendo-se e formando um forte ressalto móvel, denominado onda de choque. A onda de choque é caracterizada pela descontinuidade das variáveis profundidade e vazão e pela inaplicabilidade local. Na

simulação do rompimento de barragem, a descrição detalhada do choque é, em geral, considerando este de caráter local.

12.2 ESTUDO DAM BREAK FINALIZADO EM ABRIL DE 2020 –.

12.2.1 SUMARIO EXECUTIVO.

Realizando novos estudos para definição do impacto a jusante e com foco principal no dimensionamento do barramento estrutural (contenção) para o caso de ruptura da barragem de rejeitos, a ArcelorMittal Brasil S/A contratou a Potamos Hidrogeologia para elaboração dos estudos de ruptura hipotética. Os estudos iniciaram-se com a avaliação dos dados e informações gerais disponíveis para o desenvolvimento dos trabalhos, a partir da qual foram discutidas e instituídas premissas e metodologias aplicáveis de acordo com as características do maciço e condições de contorno.

Após etapa de consolidação de dados e informações gerais, que inclui a caracterização hidrológica, procedeu-se o desenvolvimento dos estudos de ruptura hipotética, respeitando-se três principais etapas: (i) definição das hipóteses de ruptura; (ii) propagação da onda de cheia, e (iii) mapeamento da inundação. O estudo é técnico e não apresenta incertezas técnicas que possam deixar em dúvida o resultado, com isso a ArcelorMittal Brasil S/A optou por adotar este novo estudo como sendo a mancha de inundação oficial para a Barragem de Serra Azul**.**

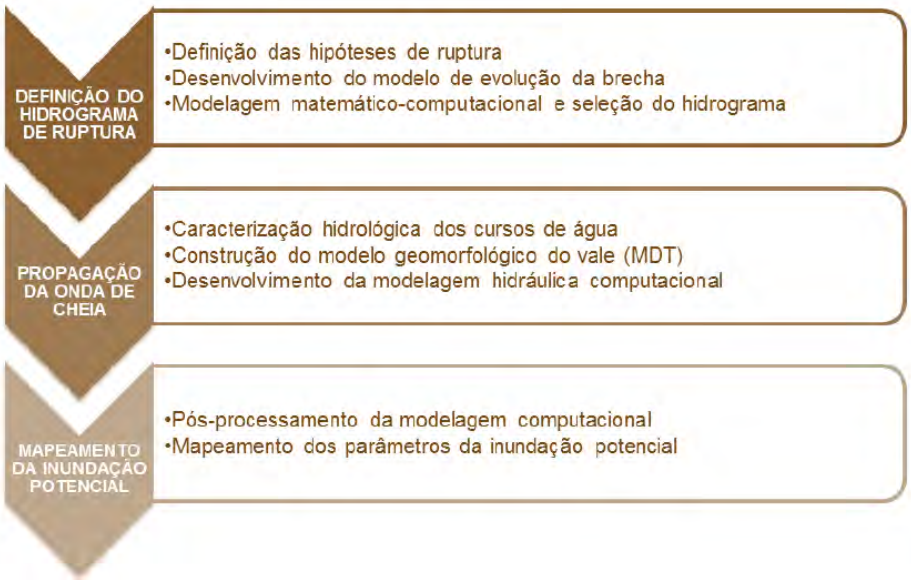


Figura 12.1 – Principais Etapas de desenvolvimento dos estudos de ruptura hipotética.

12.2.2 MODE DE FALHA.

Em linhas gerais, a discussão do modo de falha de uma barragem passa pela avaliação das probabilidades e dos caminhos de falha comumente classificados entre: (i) galgamento, (ii) instabilização, (iii) erosão interna e (iv) liquefação.

Frente à análise apresentada no relatório de estudos geotécnicos, POTARC0002-TC-RTE-0003, o modo de falha crítico identificado após avaliação dos relatórios de estabilidade elaborados pela KCB e STATUM em 2019 é a liquefação do depósito de rejeitos.

Para maiores detalhes, consultar o relatório POTARC0002-TC-RTE-0003.

12.2.3 VOLUME MOBILIZADO

A estimativa do volume total mobilizado apresentado no relatório POTARC0002-TC-RTE-0003 decorre da superfície de ruptura apresentada na Figura 12.2

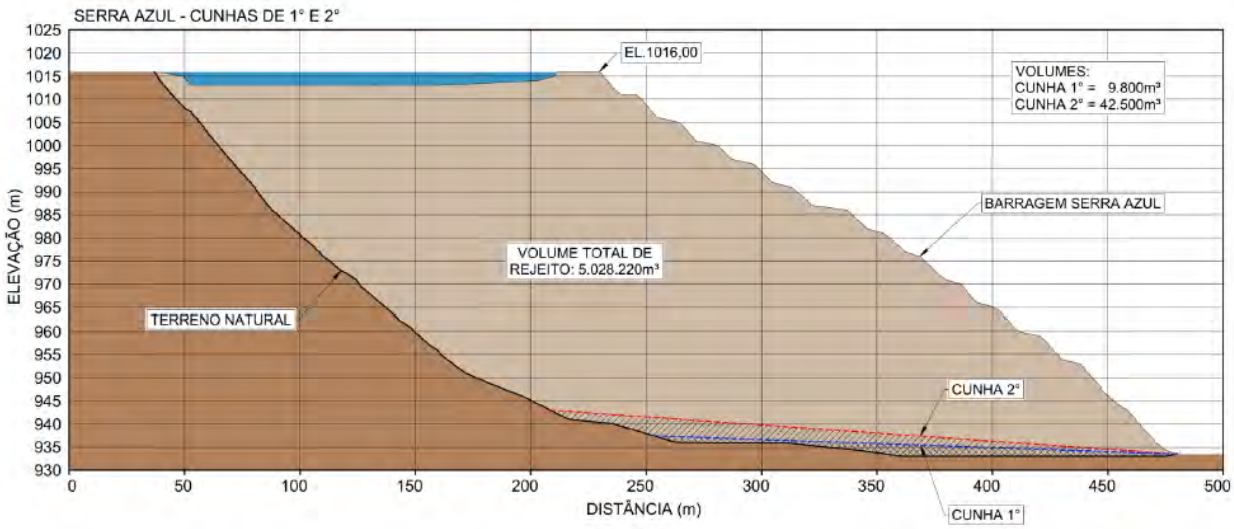


Figura 12.2 – Volume Potencialmente mobilizável

O volume total mobilizável foi definido como todo o volume de material acima da superfície pós-ruptura (cunha de 2 graus) que equivale a cerca de 5 Mm³.

Para os estudos apresentados e considerando os resultados dos ensaios e investigações disponibilizados, assumiram-se para o volume mobilizado as seguintes características apresentadas na Tabela 12.1

Parâmetros	
Saturação	100%
Índice de vazios	~ 0,8
Porosidade	~ 0,44
Peso específico dos rejeitos (kg/m³)	3800
Peso específico total (kg/m³)	2540

Tabela 12.1 – Parâmetros geotécnicos do volume mobilizado.

12.2.4 REOLOGIA

Os modelos reológicos mais usuais utilizam-se dos parâmetros de viscosidade dinâmica (μ), tensão de escoamento (τy) e peso específico total (γt) em seus equacionamentos. Contudo, não há maneiras tecnicamente reconhecidas de se definirem os parâmetros reológicos in situ a não ser por meio de correlações indiretas com o teor de sólidos.

Considerando que o acesso à Barragem Serra Azul encontra-se suspenso/limitado de forma preventiva, não houve a realização de amostragens e ensaios nos materiais do reservatório para estimativa de parâmetros reológicos. Portanto, os parâmetros reológicos foram estimados a partir de referências da literatura.

Considerando as correlações resultantes das referências bibliográficas, basta a estimativa da concentração volumétrica para a definição dos parâmetros τy e μ.

A partir da premissa de homogeneização do volume mobilizado a concentração volumétrica de sólidos inicial foi calculada,

A partir desse valor e considerando as correlações da Figura 7.3 definiram-se os parâmetros apresentados na Tabela 12.2

Tabela 7.2 – Parâmetros reológicos do volume mobilizado.

Parâmetros	
Concentração volumétrica	0,55
Peso específico total (kg/m³)	2540
Tensão de escoamento (Pa)	100
Viscosidade dinâmica (Pa.s)	1

Tabela 12.2 – Parâmetros reológicos do volume mobilizado.

Finalmente, após a definição dos parâmetros reológicos iniciais, realizou-se uma avaliação da variação desses parâmetros ao longo do trecho de propagação, considerando a incorporação do volume de água da cheia de referência no vale.

No caso específico da Barragem Serra Azul, o volume de sólidos do hidrograma de ruptura percorreria um trecho muito curto até atingir o reservatório da Barragem Rio Manso. Portanto, com relação à variação do teor de sólidos têm-se duas situações distintas:

1. Nos primeiros 15km a jusante da barragem a incorporação de água ao volume mobilizado não é capaz de alterar o teor de sólidos a ponto de modificar o comportamento reológico. Nesse trecho considerou-se a atribuição parâmetros constantes de tensão de escoamento e viscosidade;

2. Ao adentrar ao reservatório do Sistema Manso, que apresenta um volume total muito superior ao volume mobilizado, assume-se que boa parte dos sólidos irá depositar e (ou) ser consideravelmente diluído. Nesse cenário, o fluido voltaria a se comportar como um fluido Newtoniano.

Outros fatores, como a incorporação de sólidos por processos erosivos em trechos de maior velocidade ou a deposição de sólidos ao longo de planícies mais pronunciadas, também alteram as propriedades reológicas durante o fenômeno e, conceitualmente, merecem ser considerados. No entanto, na atual conjuntura científico-tecnológica, não há modelos matemáticos apropriados e capazes de representar, em uma mesma simulação, os fenômenos de transporte de sedimentos submetidos a escoamentos hiperconcentrados.

12.2.5 HIDROGRAMA DE RUPTURA

Em estudos envolvendo a ruptura de barragens, usualmente os parâmetros de formação das brechas de ruptura são estimados a partir da aplicação de modelos paramétricos.

No entanto, como o modo de falha foi definido como liquefação considerou-se razoável a hipótese de que a geometria da brecha pudesse se desenvolver até o limite da topografia no local das ombreiras das barragens.

Ainda devido ao modo de falha, o tempo de formação da brecha foi considerado nulo, ou seja, considerou-se a premissa de ruptura instantânea do maciço.

Conceitualmente, de acordo com casos observados em rupturas por liquefação, a possibilidade de fluidificação instantânea da estrutura tem potencial para produzir efeitos de escoamentos de rápida evolução, conforme esquema apresentado na Figura 12.3.

Figura 12.3 – Esquema representativo de ruptura por liquefação

Considerando o esquema apresentado na Figura 12.3 é possível se estabelecer uma condição de contorno inicial semelhante em modelos hidrodinâmicos bidimensionais.

Para tanto, é necessário que a topografia primitiva do vale seja incorporada à malha de cálculo já considerando a projeção da superfície pós-ruptura.

Acima dessa superfície propõe-se, como condição de contorno para o instante t0, a sobreposição do volume mobilizado distribuído de acordo com o arranjo geométrico da estrutura. Por meio de equilíbrio de forças, a condição de contorno inicial (t0) é alterada, iniciando-se a propagação da massa mobilizada para jusante (t1 a tn), conforme representado na Figura 12.4.

A simulação do fenômeno de ruptura instantânea por esse método resulta em elevados valores de velocidade e vazão na região imediatamente a jusante da estrutura em função da incorporação de energia cinética pela transferência da quantidade de movimento associada à energia potencial inicial. Adicionalmente, o hidrograma de ruptura é um resultado desse processo hidrodinâmico (extraído da seção de referência da Figura 7.4) e, o modelo de brecha já se encontra acoplado ao modelo de propagação da cheia.

Nesse contexto, o hidrograma de ruptura registrado pela primeira seção de referência localizada a jusante da barragem, está apresentado na Figura 12.4.

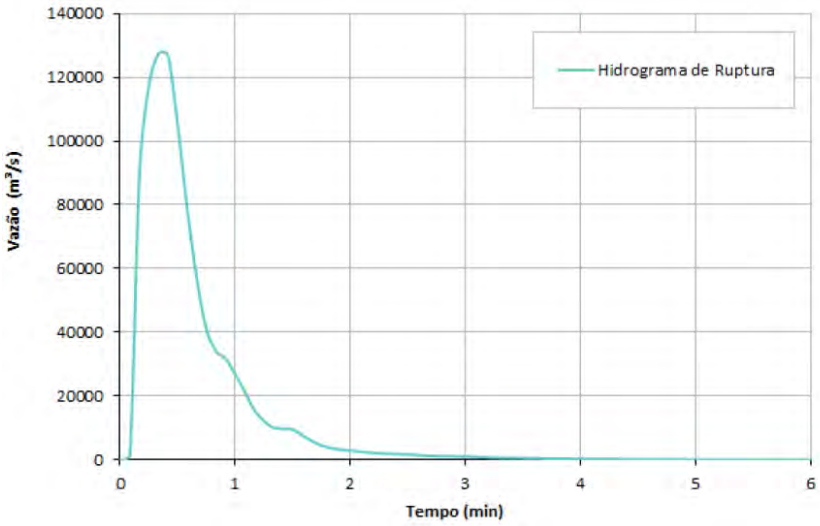


Figura 12.4 – Hidrograma de ruptura da barragem.

12.2.6 PROPAGAÇÃO HIDROGRAMA DE RUPTURA

12.2.6.1 MODELO MATEMÁTICO COMPUTACIONAL.

Para a simulação da propagação da onda de ruptura hipotética e para a definição da inundação dos cenários de cheia natural, aplicou-se o modelo computacional RiverFlow2D® (HYDRONIA, 2018).

Dentre os diversos modelos matemáticos incorporados ao modelo RiverFlow2D® apenas o modelo matemático Mud and Debris Flow Model foi utilizado. Este modelo representa fluidos não-Newtonianos com uma mistura hiperconcentrada de sólidos e água.

As equações do modelo matemático são baseadas nos estudos de Murillo & Garcia-Navarro (2012), e considera o atrito interno e do leito para fluxos de superfície livre, variando de água limpa a misturas hiperconcentradas de sedimentos.

A formulação reológica utilizada foi a Quadrática, que tem como parâmetros de entrada a Tensão de Escoamento (Pa), Viscosidade Dinâmica (Pa.s) e a Peso Específico Total (kg/m³).

Para a definição dos volumes finitos de controle, o modelo RiverFlow2D® utiliza-se de malhas não-estruturadas capazes de representar o contorno geométrico do terreno com qualidade adequada à modelagem computacional.

Para o estudo de ruptura hipotética da Barragem Serra Azul a malha construída para a simulação da propagação da onda apresentou ao todo aproximadamente 480.000 elementos e foi espacialmente discretizada com elementos de 3m na região da barragem, 6m na região dos rios e seus afluentes, 50 na região do reservatório da Barragem do Rio Manso e 12m no seu limite exterior.

Independentemente da distância entre os elementos da malha, para a convergência numérica do modelo hidrodinâmico, o RiverFlow2D® apresenta passo de tempo computacional calculado dinamicamente e limitado pelo critério de Courant.

12.2.6.2 PARÂMENTRO DE RESISTÊNCIA.

Além dos parâmetros de resistência inerentes à característica reológica, o modelo matemático também incorpora os parâmetros de rugosidade externa.

Na Tabela 12.3 estão apresentados os valores dos parâmetros de rugosidade de Manning atribuídos ao modelo e na Figura 12.5 a espacialização do uso do solo considerada.

Tipologia	Coeficiente de Rugosidade Manning (n)
Solo Exposto	0,030
Acesso	0,030
Vegetação Rasteira/Pasto/Campo Sujo	0,040
Vegetação Densa	0,080
Corpo d'água	0,025
Área de Mineração	0,055

Tabela 12.3 – Coeficiente de rugosidade Manning

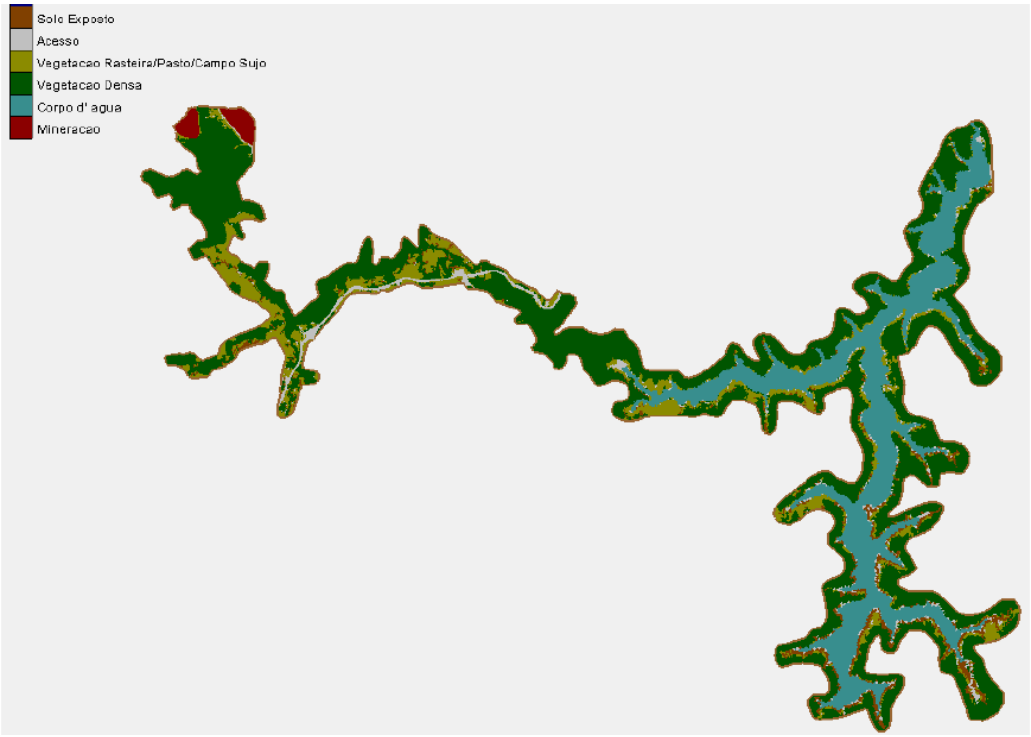


Figura 12.5 – Uso e ocupação do solo para atribuição do coeficiente de Manning.

12.2.6.3 CONDIÇÕES DE CONTORNO.

As seguintes condições de contorno foram definidas para as simulações:

- **CONDIÇÕES DE CONTORNO INICIAIS**

Vazões das cheias de referência de cada cenário nas entradas dos afluentes e ao longo dos cursos de água simulados segundo estudos hidrológicos apresentados no documento (POTARC0002-1-TC-RTE-0004);

Estabelecimento do NA no reservatório da Barragem do Rio Manso em condiões de equilíbrio para as respectivas cheias de referência;

Aquecimento do modelo hidrodinâmico para as condições de cheia pré-estabelecidas (as simulações da ruptura hipotética foram iniciadas após o estabelecimento de uma condição de regime permanente para o pico das cheias de referência no vale).

- **CONDIÇÕES DE CONTORNO DE JUSANTE**

Na extremidade de jusante (saída do modelo) a condição de contorno foi imposta pela curva de descarga do sistema extravasor da Barragem do Rio Manso.

12.2.7 MAPEAMENTO DA INUNDAÇÃO

12.2.7.1 SEÇÕES TRANVERSAIS DE REFERÊNCIA.

O mapeamento da inundação foi realizado a partir das informações e resultados gerados para a malha de simulação. Todavia, com o intuito de melhorar a interpretação e leitura dos resultados, selecionaram-se seções transversais ao eixo dos cursos de água e das pontes localizadas em regiões de interesse para as quais se atribuíram parâmetros de inundação pertinentes, a saber:

- Elevação absoluta da superfície da inundação;
- Elevação absoluta da superfície da inundação ao longo do tempo (Pontes);
- Profundidade máxima da inundação;
- Vazão máxima e hidrogramas ao longo de todo o trecho;
- Velocidade máxima da inundação;
- Tempo para o pico do hidrograma;
- Tempo para chegada do hidrograma.

Ao todo foram selecionadas 30 seções de referência ao longo dos cursos de água e 3 seções sobre as pontes, cuja localização está apresentada nos mapas de resultados (APÊNDICE B) do relatório Potamos.

12.2.7.2 PARÂMETROS DE INUNDAÇÃO MAPEADOS.

Para os estudos realizados para a Barragem Serra Azul os seguintes parâmetros de inundação foram mapeados:

- Envoltória máxima de inundação;
- Tempo de chegada;

- Velocidades máximas;
- Profundidades máximas e;
- Classificação do risco hidrodinâmico máximo da inundação.

O risco hidrodinâmico é definido como o produto máximo entre as velocidades e profundidades da onda. A classificação do risco hidrodinâmico auxilia na análise dos efeitos decorrentes de uma inundação e na interpretação do potencial de ameaça promovido pelo evento.

As classes desse parâmetro devem ser selecionadas de forma a definir a vulnerabilidade de indivíduos, veículos e edificações em uma determinada área submetida à inundação. A vulnerabilidade está associada à possibilidade de desestabilização e consequente arraste pela inundação ou afogamento no caso de indivíduos.

Atualmente, existe uma série de estudos que determinam critérios para a classificação do risco hidrodinâmico. Em geral, esses estudos são realizados para embasar e normatizar a classificação e mapeamento de inundações em determinadas regiões, estados ou países. Salienta-se que até a data de publicação deste relatório não foi determinada nenhuma norma brasileira para este tipo de classificação.

Dentre os critérios consultados, destacam-se aqueles do estudo realizado por Smith et. al, (2014) . Neste estudo é apresentada uma compilação de uma série de pesquisas sobre o tema e definidos limites para classificação espacial do risco hidrodinâmico. Apresentam-se na Tabela 12.4 os critérios sugeridos por esse estudo e também adotados para a elaboração da classificação do risco hidrodinâmico.

Classificação	Danos	Critério de classificação	Representação em mapas
H1	Normalmente (não se tratando de exceções) área segura para veículos, pessoas e benfeitorias.	V < 2,0 m/s; H < 0,3 m; (H x V) ≤ 0,3 m²/s	Azul
H2	Veículos pequenos (exceto SUV e afins) sujeitos a dano	V < 2,0 m/s; H < 0,5 m; (H x V) ≤ 0,6 m²/s	Azul Claro
H3	Todos os tipos de veículos estão sujeitos a danos e perigoso para crianças e idosos	V < 2,0 m/s; H < 1,2 m; (H x V) ≤ 0,6 m²/s	Verde
H4	Todos os tipos de veículos estão sujeitos a danos e perigoso para todas as pessoas	V < 2,0 m/s; H < 2,0 m; (H x V) ≤ 1,0 m²/s	Verde Claro
H5	Todos os tipos de veículos estão sujeitos a danos e perigoso para todas as pessoas. Todas as benfeitorias estão sujeitas a danos estruturais e benfeitorias com estruturas menos reforçadas estão sujeitas a dano total.	V < 4,0 m/s; H < 4,0 m; (H x V) ≤ 4,0 m²/s	Amarelo
H6	Todos os tipos de veículos estão sujeitos a danos e perigoso para todas as pessoas. Todas as benfeitorias estão sujeitas a dano total.	(H x V) > 4,0 m²/s	Vermelho

Tabela 12.4 – Critério para classificação do risco hidrodinâmico e da ameaça potencial.

Na interpretação dos gráficos elaborados a partir dessa classificação deve se considerar as incertezas oriundas ao estudo, a saber: (i) todos os limites refletem resultados médios de uma amostra e pode haver particularidades inerentes às áreas atingidas; (ii) os estudos são realizados considerando a propagação de lama e no evento de ruptura de uma barragem ocorre a propagação de detritos que podem potencializar os danos da inundação.

12.2.8 RESULTADO DA PROPAGAÇÃO DO HIDROGRAMA DE RUPTURA

Para a correta interpretação do dano potencial associado à ruptura hipotética da Barragem Serra Azul, foram extraídos parâmetros de profundidade, tempo de chegada e velocidade da inundação.

Os resultados obtidos nas seções de referência para os cenários estão apresentados em tabelas no APÊNDICE A (Potamos 2020).

Nas tabelas estão separados os valores dos parâmetros supracitados para a cheia antecedente à ruptura e valores máximos observados após a ruptura hipotética da barragem para cada cenário, possibilitando a comparação da interferência do evento e a análise da propagação do hidrograma nas seções.

Ressalta-se que a análise dos resultados nas seções deve ser realizada em conjunto com os mapas, apresentados no APÊNDICE B (Potamos 2020), de forma que o entendimento e a interpretação acerca de tais parâmetros sejam realizados espacialmente.

Os parâmetros correspondentes ao tempo de chegada da inundação e tempo para o pico do hidrograma estão apresentados em minutos, devido à rápida propagação da onda de ruptura nas seções analisadas.

Invariavelmente, os resultados apresentados nas figuras, tabelas e mapas revelam uma similaridade entre os cenários de inundação, independentemente das condições da cheia antecedente. Essa constatação permite inferir que o volume do hidrograma de ruptura e a velocidade com a qual ele se propaga produzem efeitos de inundação consideravelmente superiores àqueles provocados pelas cheias naturais.

Na Figura 12.6 e na Figura 12.7 estão apresentados os resultados máximos em cada seção de referência em forma de gráfico. Nestes gráficos é possível observar o abatimento do pico da onda, o tempo de chegada da onda, tempo para inundação de 30 cm, tempo para o pico e tempo para elevação máxima.

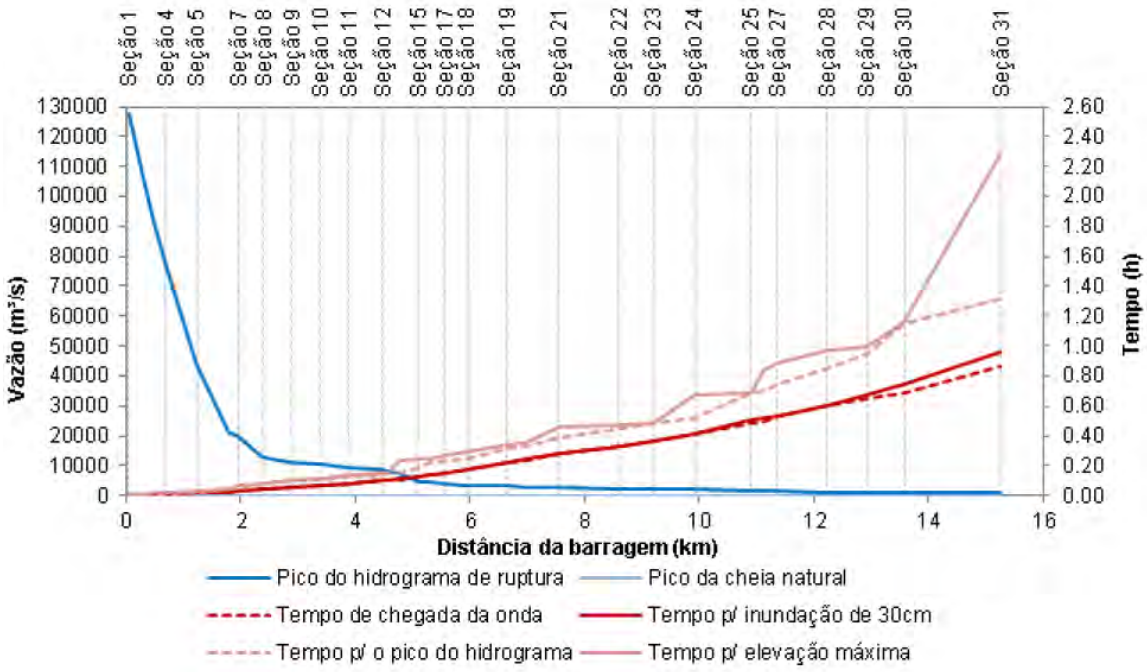


Tabela 12.6 – Resultados máximos nas seções de referência para o cenário de cheia ordinária.

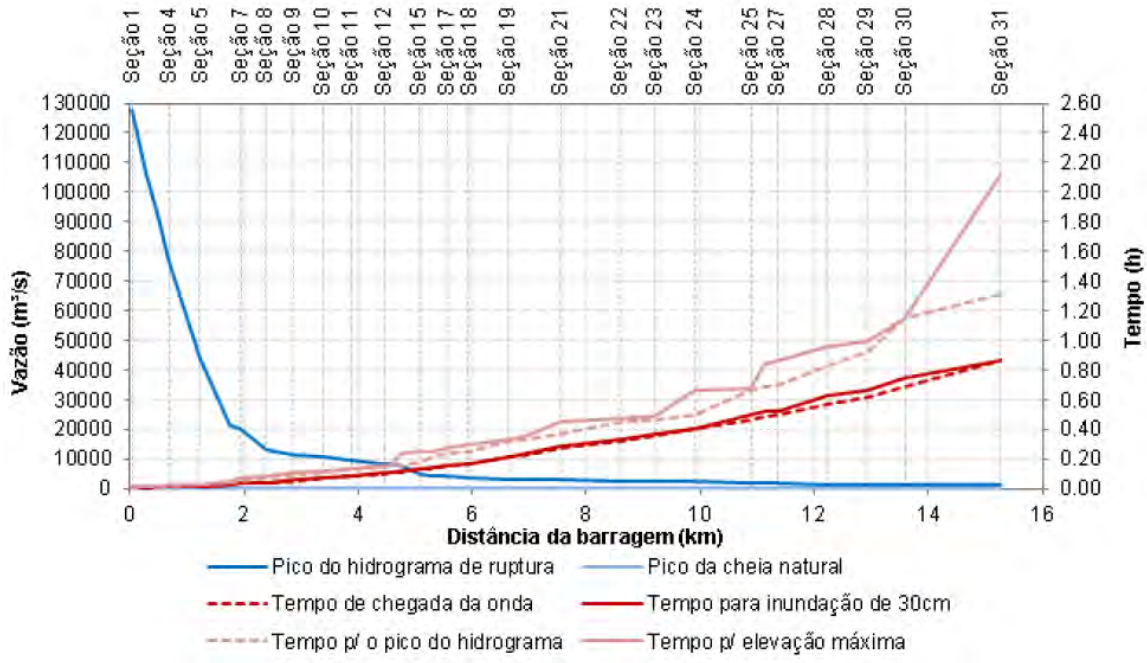


Tabela 12.7 – Resultados máximos nas seções de referência para o cenário de cheia severa.

Os resultados máximos apresentados na Figura 12.8 e na Figura 12.9 demonstram uma abrupta redução do pico do hidrograma de ruptura. Esse resultado está coerente com o esperado para o trecho, onde se identificam elevadas velocidades e, por consequência, elevadas taxas de turbulência e perda de carga.

Em ambos os cenários observa-se que para os 2 primeiros quilômetros o pico das vazões apresentou um abatimento de aproximadamente 85%.

Posteriormente, entre os quilômetros 2 e 6 o pico do hidrograma é reduzido em mais 13%, em relação à amplitude inicial.

Dessa, forma, 98% do pico do hidrograma inicial seria abatido nos primeiros 6 quilômetros a jusante, após aproximadamente 10 minutos do início da ruptura.

Conforme observado nos gráficos, as vazões das cheias naturais são irrelevantes na definição do potencial de inundação, para o trecho analisado.

Na Figura 12.10 e na Figura 12.11 é possível observar a profundida máxima antecedente à ruptura, referente à cheia natural, e a profundidade máxima após a passagem da onda.

Os resultados das profundidades máximas revelam elevados valores de inundação (profundidades maiores que 10 metros) para praticamente todo o trecho simulado. Nos dois primeiros quilômetros verificam-se profundidades máximas entre 20 e 30 metros.

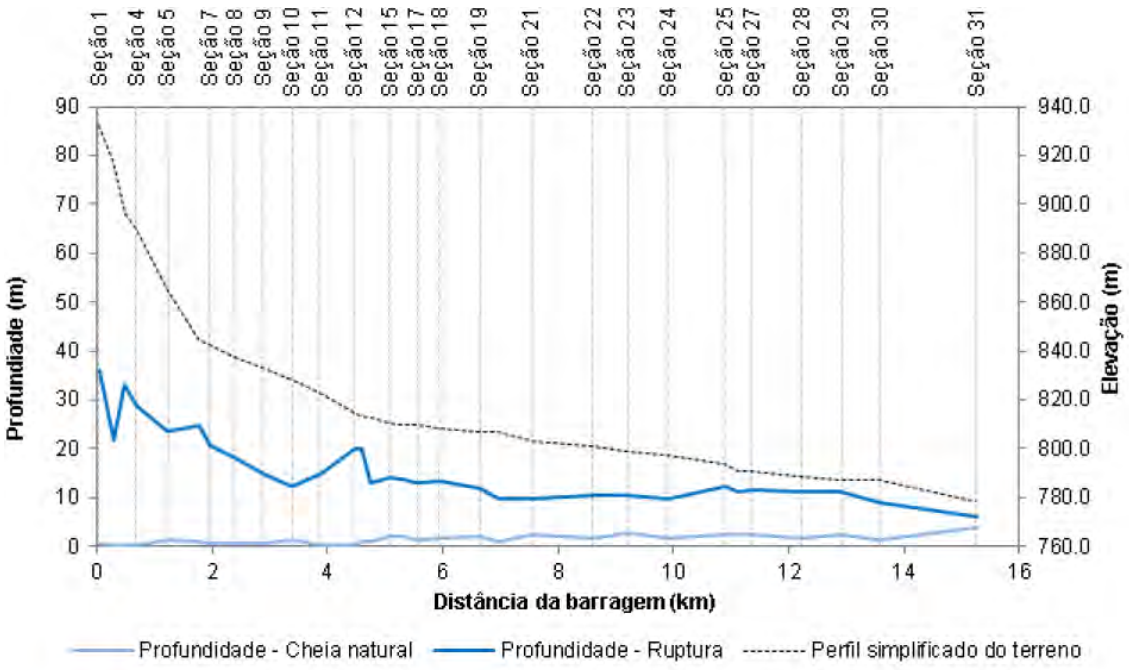


Tabela 12.8 – Profundidades máximas nas seções de referência para o cenário de cheia ordinária.

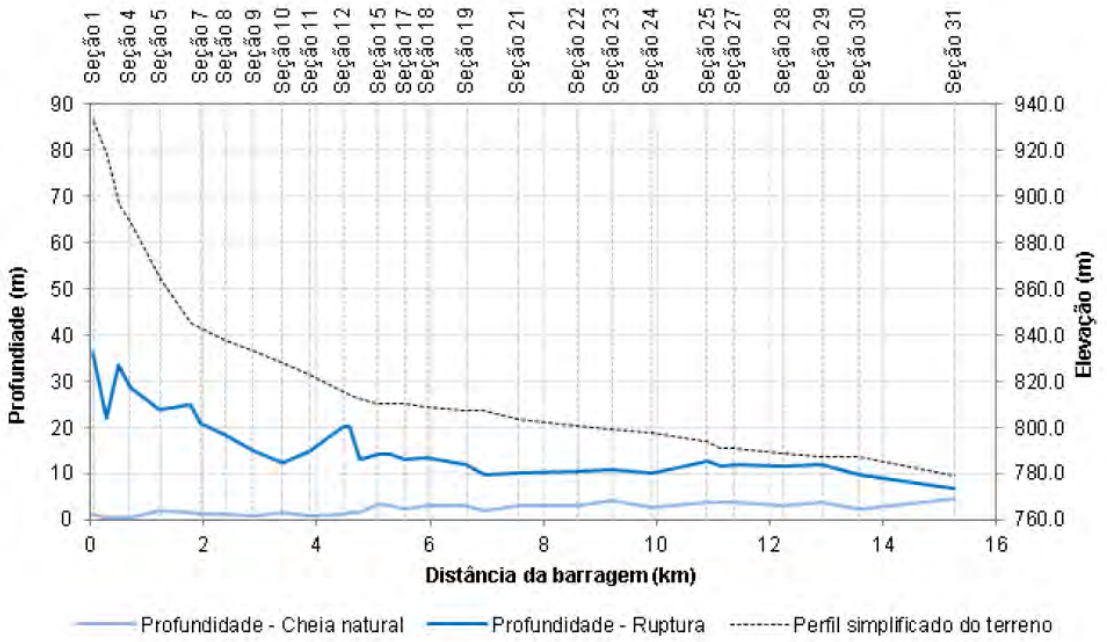


Figura 7.10– Profundidades máximas nas seções de referência para o cenário de cheia severa.

Tabela 12.9 – Profundidades máximas nas seções de referência para o cenário de cheia severa.

Na Figura 12.10 e na Figura 12.11 apresentam-se os hidrogramas na saída do reservatório da Barragem do Rio Manso, após a ruptura hipotética da Barragem Serra Azul, demonstrando o potencial de amortecimento desse sistema e comprovando a hipótese de interrupção das simulações por redução dos efeitos potenciais de inundação a partir desse ponto.

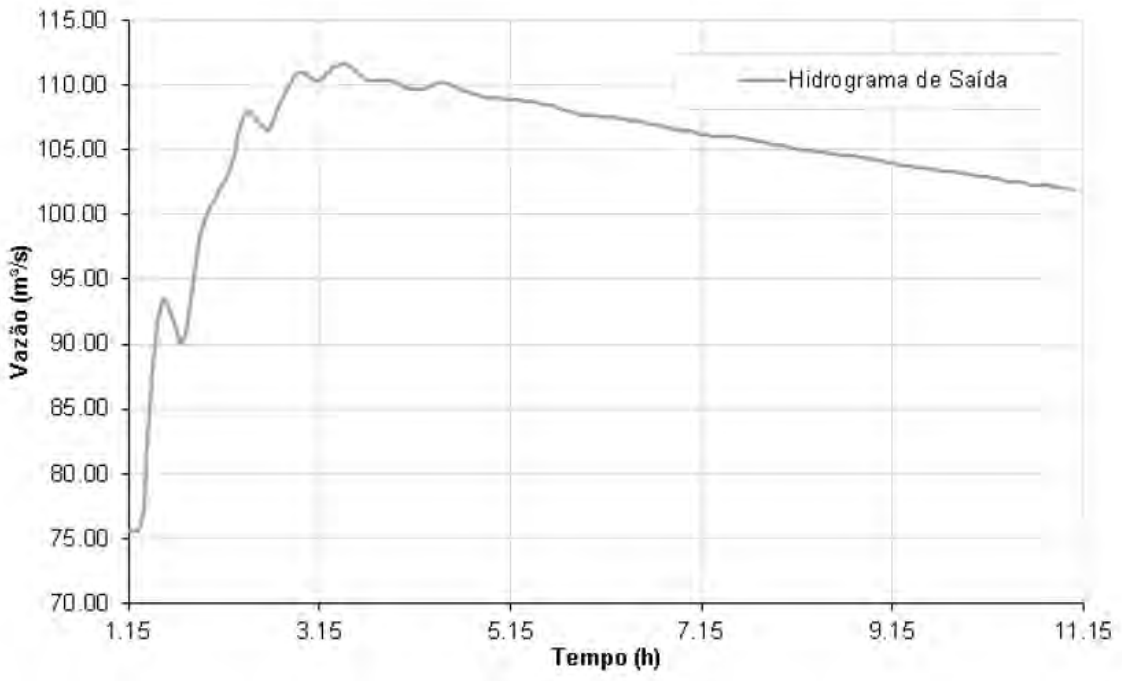


Tabela 12.10 – Hidrograma de saída no vertedouro da Barragem do Rio Mansio – Cenário de Cheia Ordinária.

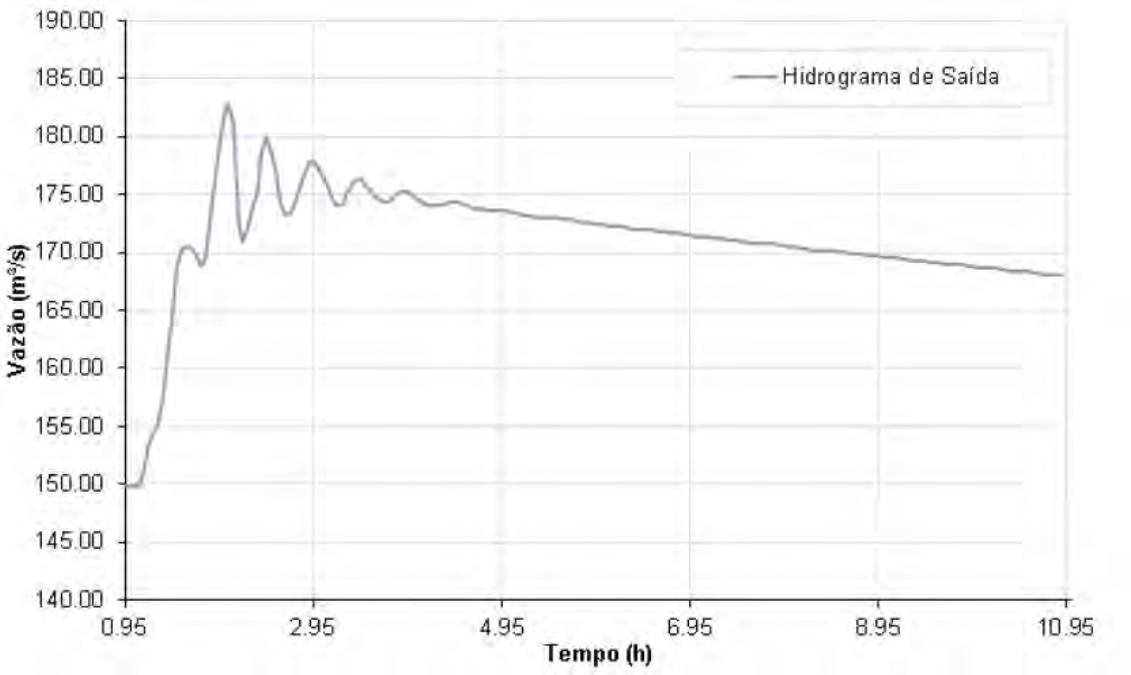


Tabela 12.11 – Hidrograma de saída no vertedouro da Barragem do Rio Manso – Cenário de cheia severa.

A capacidade de descarga do vertedouro da Barragem do Rio Manso é de aproximadamente 1200m³/s para uma elevação de 789,00 m.

Conforme observado na Figura 12.10 e na Figura 12.11 os picos dos hidrogramas após o trânsito da cheia decorrente da ruptura pelo reservatório atingiram valores de 112m³/s e 183m³/s. Muito aquém da capacidade de descarga da estrutura.

Além disso, constata-se que a variação percentual do pico do hidrograma de ruptura em relação à cheia natural foi equivalente a 33% e 18% para os cenários de cheia ordinária e severa, respectivamente.

Esses resultados indicam, sobretudo, que não haverá impactos hidráulicos a jusante da Barragem do Rio Manso, ficando os impactos restritos ao trecho entre a Barragem Serra Azul e a entrada do reservatório do Sistema Manso. Como já dito anteriormente, impactos referentes à qualidade da água não estão sendo avaliados nesse estudo.

Os resultados nas seções das pontes estão apresentados na Figura 7.13, Figura 7.14, Figura 7.15 e Figura 7.16. Os gráficos apresentados nestas figuras representam o nível da inundação ao longo do tempo.

Em caso de ruptura da barragem, estas pontes devem ter seu transito impedido. Além da possibilidade de danos estruturais em seus pilares durante a passagem da cheia, observa-se que a onda de ruptura passaria por sobre o tabuleiro delas. No caso da Ponte 1, o tempo de submersão pode chegar a 30 minutos no sentido São Paulo e mais de 2 horas no sentido BH. Para a Ponte 2 e Ponte 3, este tempo pode ser de aproximadamente 15 minutos.

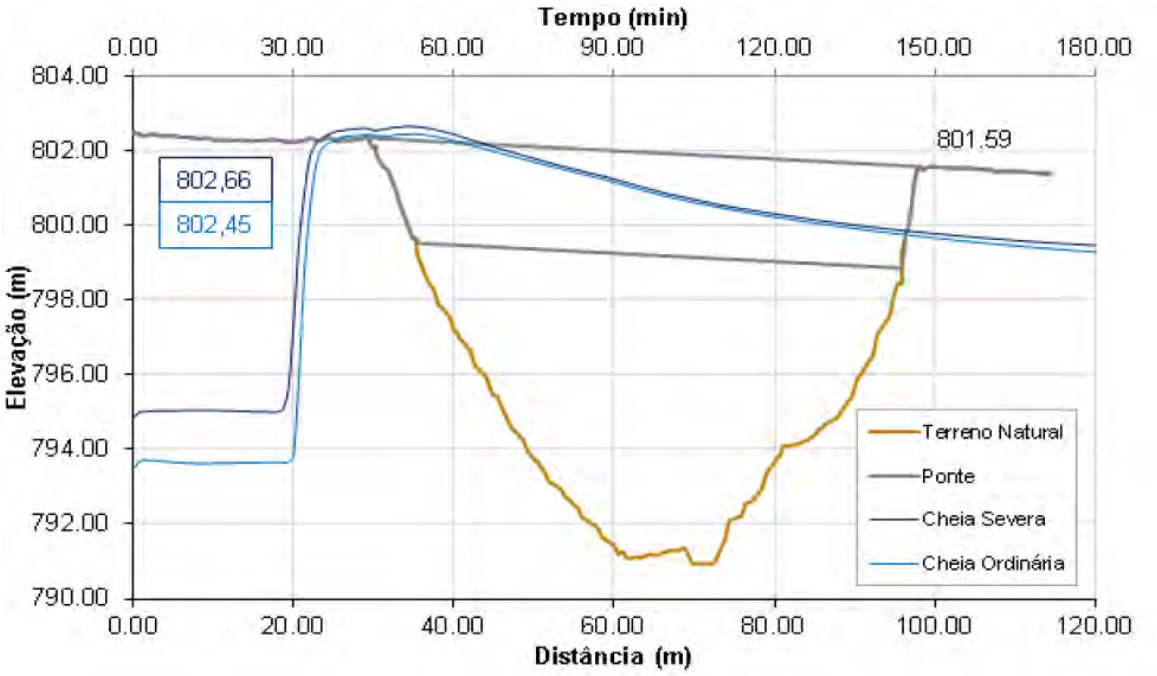


Tabela 12.12 – Tempo de chegada e elevação ao longo do tempo na Ponte 1 (BR 381 – Sentido São Paulo).

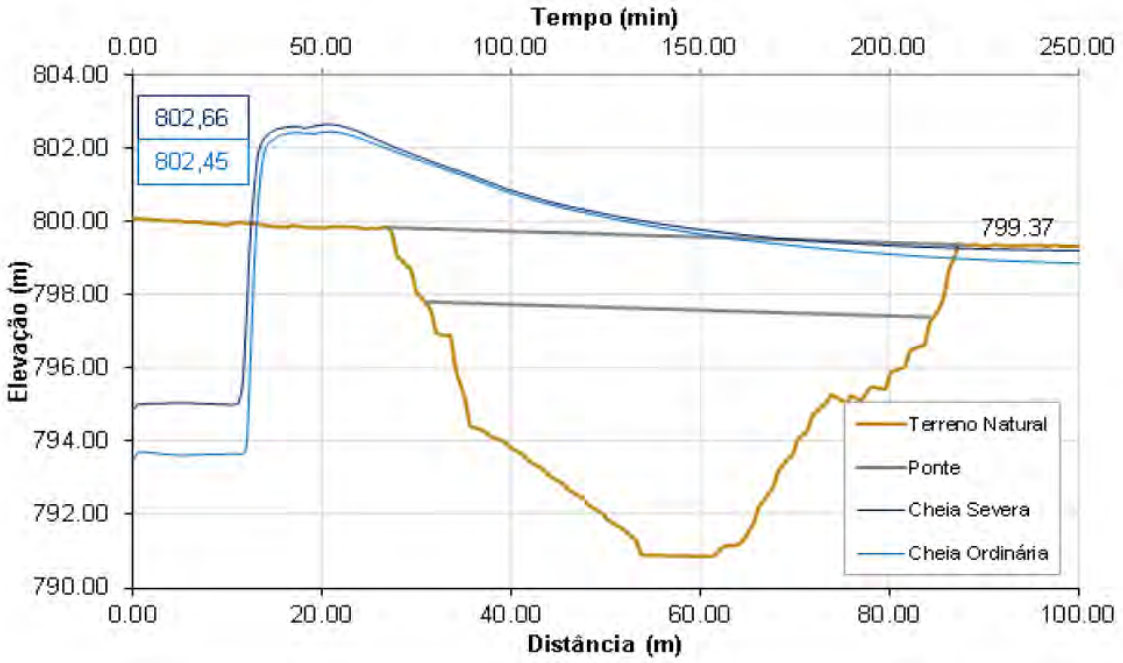


Tabela 12.13 – Tempo de chegada e elevação ao longo do tempo na Ponte 1 (BR 381 – Sentido BH).

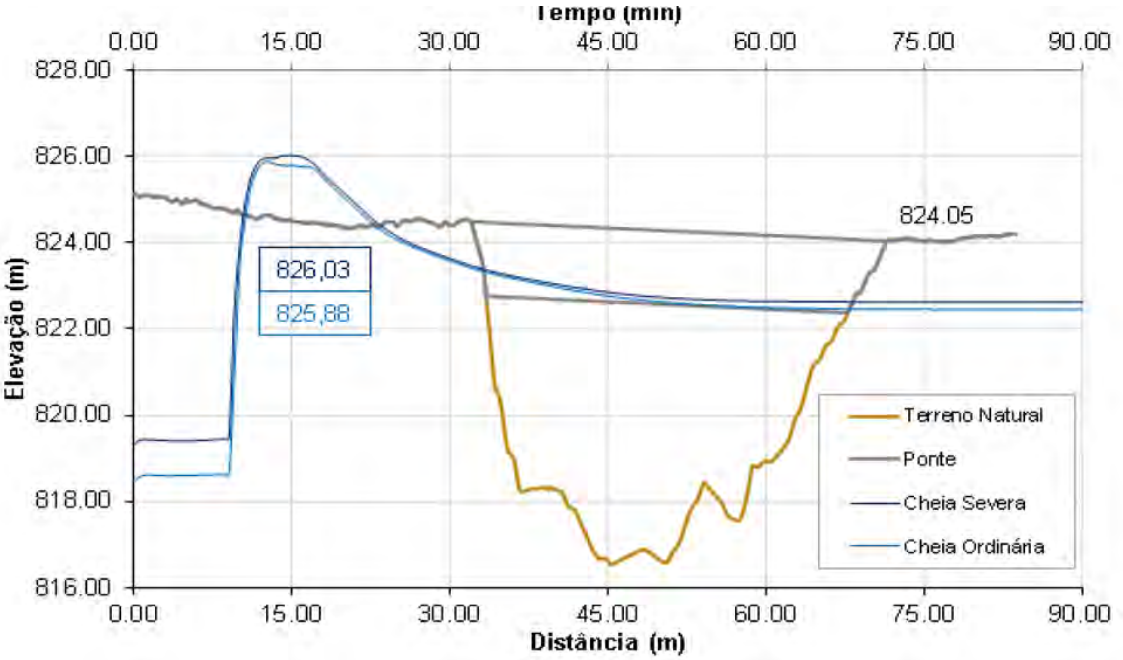


Tabela 12.14 – Tempo de chegada e elevação ao longo do tempo na Ponte 2 (BR 381 – Pinheiros).

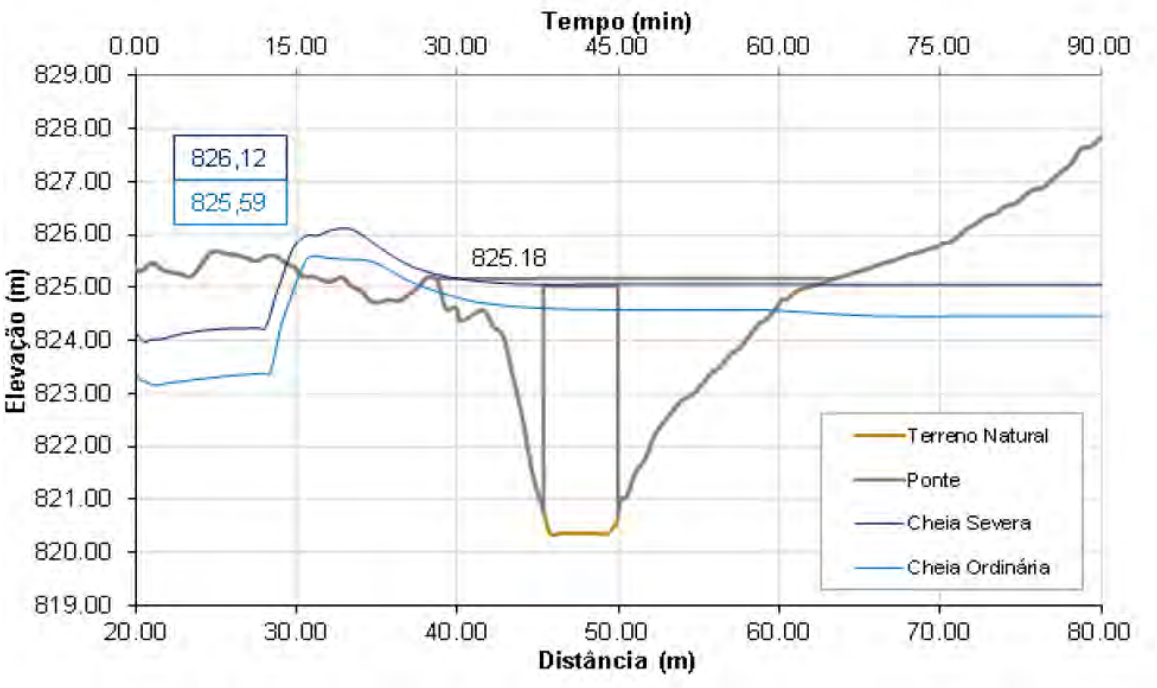


Tabela 12.15 – Tempo de chegada e elevação ao longo do tempo na Ponte 3 (Bairro de Pinheiros).

12.2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de ruptura hipotética desenvolvidos para a geometria atual da Barragem Serra Azul foram finalizados com êxito por meio da apresentação de resultados coerentes com o prognóstico de inundações.

As simulações empreendidas nesse estudo permitiram a definição dos parâmetros mais importantes do mapeamento do potencial de inundação no âmbito dos estudos de ruptura hipotética, a saber: tempos de chegada da onda, profundidades máximas e velocidades máximas do escoamento.

Dentre os impactos potenciais identificados ao longo do trecho simulado identificaram-se:

Inundação de áreas rurais e urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e risco de perda de vidas humanas, principalmente nos 10 primeiros quilômetros a jusante da estrutura;

Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos de água e no reservatório do Sistema Manso (COPASA);

Problemas relacionados ao abastecimento de água e irrigação, com fortes possibilidades de interrupção da ETA Rio Manso (responsável pelo abastecimento de importante parcela da região metropolitana de Belo Horizonte;

Interrupções nos acessos locais de terra e rodovias, com destaque para as duas travessias da BR-381 destacadas neste relatório e nos mapas;

Assoreamento dos cursos de água a jusante, com deposição de rejeitos no leito a jusante e possível alteração da calha principal dos córregos e rios;

Destruição de camada vegetal e do habitat, remoço do solo de cobertura, deposição de rejeitos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos á fauna e flora características da região.

Os resultados numéricos apresentados devem ser interpretados com discernimento e parcimônia, uma vez que os parâmetros da inundação potencial estão condicionados a uma hipótese de ruptura do maciço, regida sob premissas e critérios de engenharia. Assim, cabe destacar que quaisquer alterações nas premissas ou na base de dados iniciais podem invalidar os resultados apresentados e demandar novas avaliações e revisões nos estudos.

Ressalta-se que o presente estudo de ruptura hipotética não apresenta caráter de auditoria de segurança e, tampouco atesta a estabilidade da estrutura. Como premissa do estudo, faz-se necessária a indução de hipóteses de falha para prognóstico da inundação potencial.

13. APÊNDICES

13.1. PLANO DE TREINAMENTO DO PAEBM

Todos empregados, seja próprio ou terceiro devem ser treinados no PAEBM e devem passar por reciclagem a cada 6 meses ou após revisão do documento. Os treinamentos deverão ser registrados no PSB. Fazem parte dos treinamentos a realização de simulados.

O treinamento é importante para garantir que todas as pessoas envolvidas entendam claramente as responsabilidades e funções definidas no PAEBM e possam agir de forma eficaz no momento da emergência.

Quando do desligamento, afastamento ou transferência de titular do Comitê de Gestão de Segurança do PAEBM, é responsabilidade do Coordenador Geral do PAEBM providenciar a substituição.

13.2. PLANO DE SIMULADOS DO PAEBM

Os simulados têm por objetivo avaliar a mobilização, os recursos e a atuação das equipes de emergência. Durante os exercícios simulados, devem ser testados todos os aspectos do PAEBM, tais como:

- Praticidade (estrutura e organização);
- Comunicação (interna e externa);
- Eficácia dos equipamentos de emergência;
- Adequação das ações do plano;
- Procedimentos de resgate e primeiros-socorros;
- Resposta pessoal de cada integrante do plano;
- Retorno à operação normal;
- Tempo de resposta dos integrantes externos para início da evacuação da população (no caso de envolvimento dos integrantes externos no simulado).

O PAEBM não deve ser testado somente diante de uma situação real. Deve, portanto, ser providenciada, pelo menos uma vez a cada dois anos, uma simulação interna de acidente, envolvendo todos os componentes.

Após a realização de um simulado, deverá ser feita uma análise crítica sobre o desempenho da equipe, de modo a possibilitar os ajustes necessários.

ID	Descrição do Simulado	Previsão	Status
E	Simulado Comunidade a Jusante	06/04/2019	Realizado
I	Simulado Interno – Ferramentas de Gestão	27/08/2019	Realizado
E	Simulado Comunidade a Jusante	Anual a partir de 2020	Programado
I	Simulado Interno – Ferramentas de Gestão	Anual – Rotina Interna	Programado

E – Externo (comunidade); I – Interno (mineração Serra Azul)

Tabela 13.1 – Cronograma de Simulados Mina de Serra Azul – PAEBM.

13.3. ATUALIZAÇÃO DO PAEBM

É importante manter o plano atualizado, principalmente no que diz respeito a mudanças na organização da empresa e no pessoal envolvido. Os nomes, os endereços e os números de telefones das pessoas envolvidas no plano, bem como os meios e os recursos disponíveis em situação de emergência deverão ser atualizados sempre que ocorrerem mudanças.

O empreendedor deverá notificar as prefeituras e os organismos da Defesa Civil do(s) município(s) abrangido(s) pelo PAEBM sobre a mudança do Coordenador do PAEBM.

O Coordenador do PAEBM deverá se responsabilizar pela atualização do plano ou designar alguém da equipe de segurança para desempenhar essa função.

Tendo em vista a classificação do maciço da Barragem Córrego Fundo (conforme Portaria ANM 416), a atualização do PAEBM e do PSB deverá ocorrer, no mínimo, a cada 7 anos, juntamente com a Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

Todas as atualizações deverão ser anotadas e assinadas no formulário de controle de atualização apresentado no FR-220

13.4. AFIXAÇÃO DE LISTAS DE NOTIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO PAEBM

As listas de notificação devem ser posicionadas na sala do Gestor da equipe de Segurança, próximo a telefones e rádios.

Cópias controladas do PAEBM deverão ser mantidas em locais de fácil acesso aos operadores e a todos os integrantes do Comitê de Gestão de Segurança.

No caso de atualização do PAEBM, as cópias anteriores deverão ser recolhidas e substituídas. Vale ressaltar a importância da divulgação dos números de emergência para os funcionários da empresa.

Deverá ser disponibilizada uma cópia do PAEBM:

- No escritório da Mineração em Itatiaiuçu;
- Na Prefeitura do município de Itatiaiuçu;
- Na Defesa Civil do município de Itatiaiuçu;

Os órgãos e entidades públicas que receberem cópia do PAEBM deverão estar listados no FR-222 com o respectivo protocolo de entrega.

13.5. MEIOS DE COMUNICAÇÃO

Em caso de emergência, o contato com autoridades na área diretamente afetada será realizado através de telefone convencional ou celular e formalizado através do envio do Formulário de Declaração de Início da Emergência apresentado no FR-217, via correio eletrônico. Na falha destes meios de comunicação, deverá ser utilizado rádio, correio eletrônico ou bip.

Caso a comunicação não seja possível por nenhum dos meios citados, caberá ao Coordenador do PAEBM enviar um mensageiro para realizar o contato pessoalmente.

Os órgãos públicos deverão ser notificados através do formulário apresentado no FR-221.

13.6. SISTEMAS DE AVISO

Cabe ao Coordenador do PAEBM ou seu substituto, autorizar o acionamento do sistema de aviso de emergência (sirene), no caso de uma situação de risco nível 3. *Em caso de ausência ou em situação de emergência o técnico da sala de monitoramento tem autonomia para acionamento do sistema de aviso de emergência (Sirenes).*

O Acionamento será realizado a partir da sala de monitoramento, as sirenes foram dimensionadas para fornecer potência sonora igual ou superior a 70dB em todas as

direções dentro de um perímetro que cubra às áreas listadas no objeto desta especificação técnica.

O sistema de sirenes é capaz de realizar testes em frequências sonoras não audíveis ao ser humano a partir de um comando manual ou periódico automático a partir do software instalado na estação de controle a fim de atestar preventivamente a integridade do sistema e, esses testes ficarão registrados em banco de dados para consultas e auditorias.

Para a autonomia das baterias, foi considerado que as sirenes terão capacidade para funcionamento de 72 horas em stand-by e 30 minutos em funcionamento.

Na sala de monitoramento de acesso restrito encontra-se a estação de controle protegida contra acionamento indevido ou acidental por meio de método eficaz como chaves e todos os testes ou acionamentos devem ficar registrados em banco de dados aberto para consultas e auditorias.

A plataforma do sistema permite futuras expansões sem a necessidade de modificações sistêmicas significativas como substituição da estação de controle e sirenes antigas, bem como permitir a adição de uma ou mais estações de controle como redundância.

No estudo de localização geográfica e especificação de posicionamento/potência das sirenes, foram considerados:

Dados especificados:

- Potência acústica mínima: audível

Constantes de atenuação devido a:

- Cobertura do terreno: 1,5db / 100metros
- Clima: 1,4db / 100metros
- Ruído de fundo: 50db
- Ambiente: 2db / 100 metros

Dados geográficos:

- Topologia do terreno.

Na figura 13.3 apresentamos o mapa de cobertura das sirenes sobre a mancha de inundação, aplicando-se sobre a área de auto salvamento. Levando em consideração a segurança do sistema, todas as sirenes serão dotadas de 02 (duas) placas ethernet independentes, sem a necessidade de Switch, permitindo que a redundância de comunicação seja plena e sem intermediários desde o rádio até a sirene. Além disto, as sirenes têm seus amplificadores independentes, permitindo em caso de falha de algum amplificador, o funcionamento da sirene com os demais amplificadores.

A Central de Operação será composta de 01 (um) servidor para o sistema, 01 (uma) estação de trabalho e, como redundância teremos 01 (uma) Unidade de Acionamento Remoto OCP-11.

Autorização do usuário para operar o OCP 11 é possível usando chave iButton ou validação biométrica com leitor das veias da palma da mão.

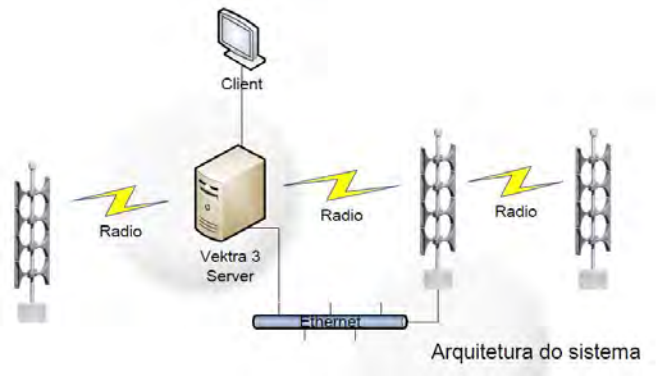


Figura 13. 1- Arquitetura do Sistema de Alerta por Sirenes

O sistema de aviso de emergência estará permanentemente preparado para operação, passando por manutenções preditivas e testes de acionamento periodicamente. Pode-se avaliar os testes a serem realizados junto aos simulados de emergência. Além disso, os equipamentos devem estar localizados próximos ao maciço da Barragem ou em locais

específicos ao longo da zona de inundação, com o objetivo de avisar a população. Deverão ser protegidos contra atos de vandalismo e intempéries.

Figura 13.2- Painel de Acionamento

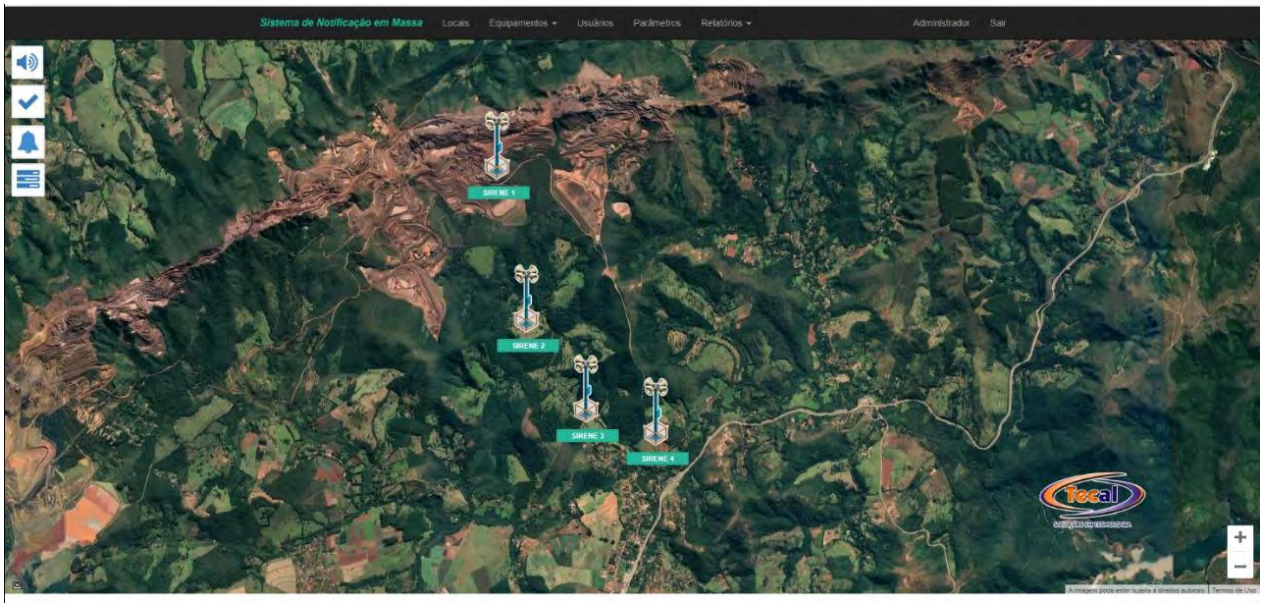


Figura 13.3 - Mapa do Sistema de Alerta por Sirenes

13.7. MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

No que tange aos equipamentos e recursos materiais necessários ao pleno atendimento emergencial, é inviável que a Mina os tenha em sua totalidade, visto não ser esta a sua atividade fim. Isto porque, além de não ser parte do negócio da empresa, trata-se de recursos destinados ao atendimento de uma adversidade complexa e de extensa área de abrangência.

Neste sentido, sugere-se que a definição das contrapartidas da Mina, em termos materiais seja discutida e/ou negociada por meio do Coordenador do PAEBM. Ainda sobre essa negociação deve-se levar sempre em consideração as responsabilidades e atribuições dos órgãos e entidades envolvidos neste PAEBM, como por exemplo: a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros, a própria Prefeitura Municipal, assim como hospitais e postos de saúde municipal. Não caberá à ArcelorMittal assumir responsabilidades e atribuições já instituídas a estes órgãos e entidades, sendo facultado a ela, a partir da sua inserção no município, contribuir para a melhoria das condições operacionais destes órgãos e entidades.

A ArcelorMittal conta com recursos de emergência internos normalmente utilizados pela equipe de segurança. São recursos que englobam meios de comunicação, de aviso e de transporte, equipamentos para fornecimento de energia, materiais de segurança e de construção civil para reparos emergenciais.

A eventual necessidade de se ter mais quantidade de recursos de emergência e a forma de oferta destes deverá ser avaliada pelo Coordenador do PAEBM.

No Formulário FR-224 é apresentada uma lista básica de equipamentos e suprimentos para situações de emergência.

13.8. APROVAÇÃO DO PAEBM

Uma cópia do PAEBM está disponível para a equipe local, representante legal, coordenação geral, defesa civil, CENAD, ANM e autoridades locais (prefeituras, corpo de bombeiros, polícia ambiental)

Quaisquer mudanças nas informações contidas nesse plano deverão ser informadas ao Coordenador do PAEBM para atualização.

As pessoas abaixo assinadas revisaram esse Plano de Ação Emergencial da Barragem de Rejeitos da Mineração Serra Azul e concordam com os procedimentos de notificação propostos.

Revisor do PAEBM	Verificador do PAEBM
Carlos Henrique Trindade Silva	Claudio Reis Souza
Coordenador do PAEBM	Gerente Geral de Serviços Técnicos

ArcelorMittal	***LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DE REJEITOS***	FR – 224	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

MATERIAL/EQUIPAMENTO	*DISPONÍVEL ARCELORMITTAL*	*LOCALIZAÇÃO*	*FORMA OBTENÇÃO*
Alavanca	*Sim*	*Almoxarifado*	*Requisição*
Ambu "reanimador adulto"	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Areia	*Sim*	*Pátio de Terceiros*	*Requisição*
Brita	*Sim*	*Pátio de Terceiros*	*Requisição*
Caminhão bombeiro	*Não*	*Corpo de Bombeiros*	*Chamada*
Caminhão báscula	*Sim*	*Produção*	*Empréstimo*
Caminhão munck	*Sim*	*Produção*	*Requisição*
Caminhonete	*Sim*	*Produção*	*Empréstimo*
Carreta prancha	*Não*		*Aluguel*
Colar cervical	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Colete imobilizador	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Cordão	*Sim*	*Pátio de Terceiros*	*Requisição*
Enxadão	*Sim*	*Pátio de Terceiros*	*Requisição*
Enxada	*Sim*	*Pátio de Terceiros*	*Requisição*
Facão	*Sim*	*Meio Ambiente*	*Requisição*
Fita zebrada	*Sim*	*Almoxarifado*	*Requisição*
Foice	*Sim*	*Pátio de Terceiros*	*Requisição*
Imobilizador de cabeça	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Jazida de terra	*Sim*	*Produção*	*Solicitação*
Lanterna	*Sim*	*Almoxarifado*	*Requisição*
Luva	*Sim*	*Almoxarifado*	*Requisição*
Maca cesto "resgate em altura"	*SIm*	*SESMT*	*Requisição*
Machado	*Sim*	*Meio Ambiente*	*Requisição*
Manta geotêxtil tipo Bidim	*Não*	*Almoxarifado*	*Requisição*
Mochila primeiros socorros	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Moto bomba	*Sim*	*Oficina*	*Empréstimo*
Moto bomba reserva	*Não*	*Manutenção*	*Requisição*
Pá	*Sim*	*Pátio de Terceiros*	*Requisição*
Pá carregadeira	*Sim*	*Produção*	*Empréstimo*
Pedra de mão	*Sim*	*Produção*	*Solicitação*
Prancha p/ resgate com cinto	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Rádio de comunicação	*Sim*	*Almoxarifado*	*Requisição*
Sifão	*Sim*	*Almoxarifado*	*Requisição*
Talas infláveis	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Tala moldáveis	*Sim*	*Medicina*	*Chamada*
Tesourão corte vergalhão	*Sim*	*Oficina*	*Empréstimo*
Torre de iluminação	*Sim*	*Oficina*	*Empréstimo*
Trator de esteira	*Sim*	*Produção*	*Empréstimo*
Veículo de passeio	*Sim*	*Produção*	*Empréstimo*

ArcelorMittal	***FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO DE INICIO DE EMERGÊNCIA***	FR – 217	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

Situação da Emergência:	*( ) Nivel 1*	*( ) Nivel 2*	*( ) Nivel 3*

Fazendo uso de minhas atribuições e responsabilidades definidas no Plano de Atendimento a Emergências de Barragens de Mineração - PAEBM estabelecido para a Barragem de Rejeitos da ArcelorMittal Mineração Serra Azul, levo a registro que, a partir das ____:____ horas do dia ____/____/____, foi declarada situação de emergência conforme indicada acima, em função da ocorrência de _____

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Itatiaiuçu, ____ de _____ de 20____.

Nome	
Cargo	
Assinatura	

ArcelorMittal	***FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA***	FR – 218	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

Situação da Emergência:	*( ) Nivel 1*	*( ) Nivel 2*	*( ) Nivel 3*

Fazendo uso de minhas atribuições e responsabilidades definidas no Plano de Atendimento a Emergências de Barragens de Mineração - PAEBM estabelecido para a Barragem de Rejeitos da ArcelorMIttal Mineração Serra Azul, levo a registro que, a partir das ____:____ horas do dia ____/____/____, foi declarada encerrada a situação de emergência conforme indicada acima, em função do restabelecimento das condições de segurança da barragem mediante as providências adotadas de _____

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Itatiaiuçu, ____ de _____ de 20____.

Nome	
Cargo	
Assinatura	

ArcelorMittal	***FORMULÁRIO DE NOTIFICAÇÃO***	FR – 219	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

Situação da Emergência:	*( ) Nivel 1*	*( ) Nivel 2*	*( ) Nivel 3*

Itatiaiuçu, ____ de _____ de 20____.

Em cumprimento ao Plano de Atendimento a Emergências de Barragens de Mineração - PAEBM estabelecido para a ***Barragem de Rejeitos*** *da ArcelorMittal Mineração, notificamos aos destinatários abaixo relacionados que, a partir das ____:____ horas do dia ____/____/____, foi ativada a situação de emergência conforme Nivel de Alerta indicado acima, devido a ocorrência de* _____

_____

_____

Os fatos ocorridos fazem com que se devam colocar em ação as recomendações e atividades apresentadas no referido PAEBM, do qual os Srs. dispõem de cópias.

Esta é uma mensagem de (declaração/alteração) do Nivel de Alerta, feita pelo Coordenador do PAEBM. Nós os manteremos atualizados sobre a evolução da situação.

Favor confirmar o recebimento desta Notificação ao Sr. _____

_____ *pelos telefones* _____/_____ *ou*

email _____.

Para informações adicionais, os Srs. podem entrar em contato com o Sr. _____

_____ *pelos telefones* _____/

_____ *ou email* _____.

Destinatários desta Notificação:

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

Nome	
Cargo	
Assinatura	

ArcelorMittal	***FORMULÁRIO DE CONTROLE DE ATUALIZAÇÕES DO PAEBM***	FR – 220	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

REVISÃO	*DATA*	*DESCRIÇÃO*	*ELABORADOR*	*APROVADOR*
00		*PAEBM – Versão 1*	*Geoconsultoria*	*Samir*
01		*Revisão 01*	*Samir*	*Giacometto*
02		*Revisão 02*	*Samir*	*Aércio*
03		*Revisão 03*	*Samir*	*Samir*
04		*Revisão 04*	*Samir*	*Samir*
05		*Revisão 05*	*Samir*	*Samir*
06		*Revisão 06*	*Carlos Trindade*	*Claudio Reis*

ArcelorMittal	***RELATÓRIO DE ENCERRAMENTO DE EVENTO DE EMERGÊNCIA***	FR – 221	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

Responsável	
Assinatura	
Descrição detalhada do evento e possíveis causas	

Relatório Fotográfico		
Foto 01:	*Foto 02:*	*Foto 03:*
Foto 04:	*Foto 05:*	*Foto 06:*
Foto 07:	*Foto 08:*	*Foto 09:*

Indicações das áreas afetadas com identificação dos níveis ou cotas altimétricas atingidas pela onda de cheia			
Área	*Identificação*		*Níveis/cotas atingidas*
Consequências do evento, inclusive danos materiais à vida e à propriedade.			
Proposições de melhorias para revisão do PAEBM			

Conclusões do evento	
Ciência do responsável pelo empreendimento	
Nome	
Assinatura	
Data	

Conforme sugerido na Minuta de Portaria da ANM, uma vez terminada a situação de emergência, o Coordenador do PAEBM ou a ArcelorMittal deverá providenciar a elaboração do Relatório de Encerramento de Evento de Emergência, em até 60 dias, contendo, no mínimo:

I - Descrição detalhada do evento e possíveis causas;
II - Relatório fotográfico;
III - Descrição das ações realizadas durante o evento, inclusive cópia das declarações emitidas e registro dos contatos efetuados;
IV - Indicação das áreas afetadas com identificação dos níveis ou cotas altimétricas atingidas pela onda de cheia;
V - Consequências do evento, inclusive danos materiais à vida e à propriedade;
VI - Proposições de melhorias para revisão do PAEBM;
VII - Conclusões do evento; e
VIII - Ciência do responsável legal pelo empreendimento.

Ressalta-se que este relatório deverá ser protocolizado na Superintendência no ANM e anexado no Plano de Segurança da Barragem, em até **15 dias úteis após sua elaboração**.

ArcelorMittal	***LISTA DOS ORGÃOS E ENTIDADES PUBLICAS COM CÓPIA DO PAEBM***	FR – 222	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

Autoridade	*Data da Entrega*	*Protocolo*

ArcelorMittal	***LISTA DE CONTATOS***	FR – 223	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

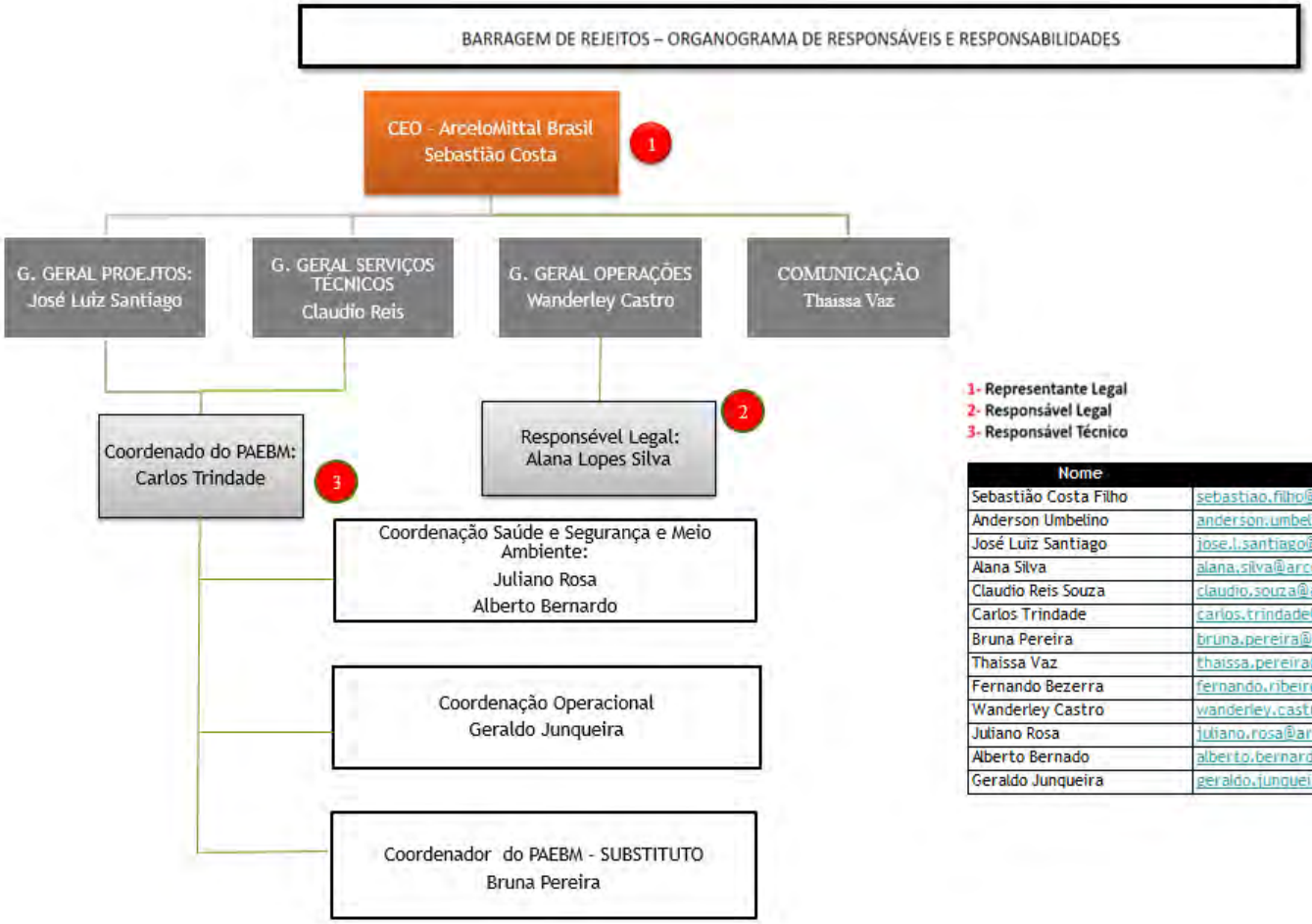
Contato	*Endereço*	*Telefone*
Coordenador do PAEBM - ArcelorMittal	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 99965-0131 (31)99421-3604 Carlos Trindade
Coordenador Substituto PAEM - ArcelorMittal	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 97509-9333 (31) 99963-4668 Bruna Pereira
Sala Monitoramento – ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 3528-4018 (31) 97169-1387
Gerente de Manutenção - ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 998319-1465 Fernando Bezerra
Gerente Geral Serviços Técnicos - ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 987460323 Cláudio Reis
Gerente Geral Projetos - ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 99952-7953 José Luiz Santiago
Gerente Geral de Operações - ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 98375-0651 Wanderley Castro
Gerente de Operações - ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 99614-2880 Anderson Umbelino
Gerente de Meio Ambiente - ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 98208-1931 Alberto Bernardo
Gerente Geral de Relações Institucionais e Sustentabilidade - ARCELORMITTAL	Avenida Carandaí 1115, Funcionários, Belo Horizonte, MG	(31) 98748-6360 Fernando Carvalhaes
Comunicação – ARCELORMITTAL Brasil	Avenida Carandaí 1115, Funcionários, Belo Horizonte, MG	(31) 3219-1637 Danielli Gaiotti
Comunicação – ARCELORMITTAL Serra Azul	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 3528-4020 Thayssa Pereira
Gerente de Saúde e Segurança Ocupacional - ARCELORMITTAL	Rodovia MG-431, km 10 - Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu – MG	(31) 98475-7225 Juliano Rosa
Projetista da Barragem (Engeo Sociedade Civil Ltda.)	R. Araguari, 1705 - Santo Agostinho, Belo Horizonte - MG	(31)3337-8875
Responsável Técnico da Barragem (STATUM).	Rua Dener Cunha Peixoto / 11 / sl.905/906 – Buritis – Belo Horizonte MG	(31) 3344-0677 André Guimarães
Prefeitura Municipal de Itatiaiuçu	R. Cícero Rodrigues Chaves, 142, Itatiaiuçu - MG	(31) 3572-1244
Defesa Civil Municipal - Itatiaiuçu	R. Cícero Rodrigues Chaves, 142, Itatiaiuçu - MG	(31) 3572-1244 (31) 99832-3898 Mariana
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - MG	Rodovia Pref. Américo Gianetti, s/n. - Prédio Minas - 10º andar - Bairro Serra Verde, BH/MG	(31) 3915-0226
SEMAD/FEAM/IGAM/IEF	Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n Bairro Serra Verde - Belo Horizonte - Minas Gerais.	(31) 3915-1904 - SEMAD (31) 3915-1217 - FEAM
SEMAD/FEAM/IGAM/IEF Núcleo de Emergências Ambientais (NEA) da FEAM	Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n Bairro Serra Verde - Belo Horizonte - Minas Gerais. Prédio Minas 2º andar. Cidade Administrativa do Estado de Minas Gerais, Rodovia Prefeito Américo	(31) 3915-1253 - IGAM (31) 3915-1159 - IEF (31) 99822-3947 (31) 99825-3947

ArcelorMittal	***LISTA DE CONTATOS***	FR – 223	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

Contato	*Endereço*	*Telefone*
	Gianetti, s/n. Bairro Serra Verde - Belo Horizonte/MG.	
Autopista Fernão Dias- Empresa responsável pelo trecho da BR-381	Rodovia BR 381, KM 850 - Sentido Norte - Quadra 19 – Pouso Alegre/MG	0800 283 0381
Polícia Rodoviária Federal BR-381- Posto de Itatiaiuçu/MG	BR 381, km 537 - Itatiaiuçu - Minas Gerais	(31) 8477-6913
Polícia Militar (Itatiaiuçu):	R. Otávio Antunes Moreira, 230, Itatiaiuçu - MG	(31)190
Polícia Rodoviária Federal BR-381- Posto de Itatiaiuçu/MG	BR 381, km 537 - Itatiaiuçu - Minas Gerais	(31) 3572-1549
Polícia Rodoviária Estadual (Itatiaiuçu)	Rodovia BR-381 KM 537	(31) 98477-6913
Polícia Civil (Itatiaiuçu)	Praca Antônio Quirino Silva 330 Itatiaiuçu - MG	(31) 3384-1760
Corpo de Bombeiros Militar (Itaúna)	Rod MG 431, 465 - Anel Rodoviario Itaúna - MG	(37) 3242 4104
Ministério Público do Estado de Minas Gerais, Coordenadoria Regional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente das Bacias dos Rios das Velhas e Paraopeba (COEPAV)	Rua Dias Adorno, 367, 8º Andar - Santo Agostinho - Belo Horizonte - Minas Gerais	(31) 3330-8457 (31) 3330-8459
Superintendência de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da COPASA	Rua Mar de Espanha, 525 - Bairro Santo Antônio - Belo Horizonte - MG.	(31) 3250-2091 (31) 99801-8560
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT)	Av. Prudente Morais, 1641 - Belo Horizonte - MG. Praça Antônio Mourão Guimarães - Cidade Industrial, Contagem - MG	(31) 3057-1500 (31) 3333-7660
SUPRAM Central Metropolitana	R Espírito Santo, 495, Centro - BH - MG	(31) 3228-7700
Hospital Manoel Goncalves	Av. Dr. Miguel Augusto Goncalves, 1902, Itaúna - MG	(37) 3249-5300
Hospital Doutor Ovidio Nogueira Machado	Av. Manoel da Custodia, 1111, Vila Nazare, Itauna, MG	(37) 3242-4468
Hospital João XXIII - Complexo de Urgência e Emergência	Avenida Professor Alfredo Balena, 400, Santa Efigênia - Belo Horizonte - MG	(31) 3239-9200
SAMU de Itaúna		(37) 3242-9717
TV Integração (Globo)		(37) 3229-5989
Folha do Povo		(37) 3242-2363
Gazeta		(37) 3242-5327

ArcelorMittal	***FORMULÁRIO DE PROVIDENCIAS EM SITUAÇÕES DE EMERGENCIA***	FR – 225	
		Data:	26/06/2015
		Revisão:	07
		Dt Rev.:	20/05/2020

ANOMALIA IDENTIFICADA:		
DESCRIÇÃO		
MODO DE DETECÇÃO		
CLASSIFICAÇÃO DA EMERGÊNCIA:		
RESPONSÁVEL(IS)	Nome(s)	
	Contato(s)	
COORDENADOR GERAL DO PLANO		
GRUPO RESPONSÁVEL PELA INTERVENÇÃO		
CROQUI ESQUEMÁTICO DA ANOMALIA		



1- Representante Legal
2- Responsável Legal
3- Responsável Técnico

Nome	E-mail	Telefone
Sebastião Costa Filho	sebastiao.filho@arcelormittal.com.br	(31)99784-8086
Anderson Umbelino	anderson.umbelino@arcelormittal.com.br	(31)99614-2880
José Luiz Santiago	jose.l.santiago@arcelormittal.com.br	(31)99952-7953
Alana Silva	alana.silva@arcelormittal.com.br	(31)98427 0016
Claudio Reis Souza	claudio.souza@arcelormittal.com.br	(31)98746-0323
Carlos Trindade	carlos.trindade@arcelormittal.com.br	(31) 99965-0131
Bruna Pereira	bruna.pereira@arcelormittal.com.br	(31)97509-9333
Thaissa Vaz	thaissa.pereira@arcelormittal.com.br	(31)3528-4020
Fernando Bezerra	fernando.ribeiro@arcelormittal.com.br	(31)98319-1465
Wanderley Castro	wanderley.castro@arcelormittal.com.br	(31)99129-8685
Juliano Rosa	juliano.rosa@arcelormittal.com.br	(31)98475-7225
Alberto Bernado	alberto.bernardo@arcelormittal.com.br	(31)98208-1931
Geraldo Junqueira	geraldo.junqueira@arcelormittal.com.br	(31)99970-2722